

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMI-AUTOMÁTICO
BACKING GATES DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO**

**AUTORES:
OSCAR ROBERTO MONTENEGRO CAMPOVERDE
FREDDY MAURICIO PEÑAFIEL ROSERO**

**TUTOR
MILTON SALOMÓN JAMI LEMA**

Quito, marzo de 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Oscar Roberto Montenegro Campoverde con documento de identidad N° 1716942790 y Freddy Mauricio Peñafiel Rosero con documento de identificación N° 1719622571, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO BACKING GATE DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDENO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada.

En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana,



Oscar Roberto Montenegro Campoverde

1716942790



Freddy Mauricio Peñafiel Rosero

1719622571

Quito, marzo de 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO BACKING GATE DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO, realizado por: Oscar Roberto Montenegro Campoverde y Freddy Mauricio Peñafiel Rosero, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, marzo de 2016



Milton Salomón Jami Lema

1707254171

Dedicatoria

A toda mi familia y amigos quienes con su amor apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre a lo largo de todo este sueño que hoy se hace realidad

Ellos que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido inspiración en mi vida para alcanzar mi meta.

Oscar

Dedico este proyecto a mis padres y familia, ya que gracias al apoyo incondicional y al esfuerzo diario, supieron apoyarme en los momentos buenos y malos que demanda una carrera universitaria.

A mi padre Luis por enseñarme que en la vida con sacrificio y la perseverancia se puede conseguir los objetivos planteados. Al final de esta etapa recordar la frase “el sol sale para todos”, siempre me dio ese empuje para salir adelante.

A mi madre Rosita por el amor incondicional y el ejemplo de una madre luchadora la que se levanta primero y se acuesta al final del día, gracias sus consejos, gestos y actitudes supieron guiar mi camino en la etapa estudiantil.

Freddy

Agradecimiento

Agradecimiento a la prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana, por contribuir con los recursos técnicos y personal docente – administrativo, los mismos que dentro de la facultad de Ingeniería Mecánica nos supieron guiar con su experiencia durante toda la etapa estudiantil.

De manera especial extendemos un agradecimiento formal al Ing. Milton Jami, ya que gracias a su conocimiento técnico y experticia supo guiar de la mejor manera a fin de concluir con el proyecto técnico.

Índice

Introducción	1
Objetivos	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
Capítulo 1.....	3
Marco Teórico.....	3
1.1. Generalidades de un sistema Backing Gate	3
1.2. Reducción de tiempo y movilización de ganado.....	3
1.3. Recurso Humano	4
1.4. Sala de espera.....	4
1.5. Características físicas del ganado de ordeño en el Ecuador.	5
1.6. Principio de funcionamiento de un sistema Backing Gate	6
Capítulo 2.....	8
Análisis de alternativas	8
2.1. Antecedente.....	8
2.2. Forma del Sistema Backing Gate	10
2.2.1. Sistema Backing Gate Rectangular	10
2.2.2. Sistema Backing Gate Radial Circular.	12
2.3. Sistemas Backing Gates Neumático y Electromecánico	15
2.3.1. Sistema Backing Gate Neumático	15
2.3.2. Sistema Backing Gate Electromecánico	17
Capítulo 3.....	21
Diseño.....	21
3.1 Antecedente.....	21
3.2 Diseño de Elementos	21
3.2.1 Diseño la puerta.....	21
3.2.2 Diseño de la Vigas Principales.	22
3.2.3 Dimensionamiento de los pernos de unión de las vigas principales.....	27
3.2.4 Diseño del eje del motor central	33
3.2.4.1 Selección del material	34
3.2.4.2 Cargas y Momentos presentes en el Eje del motor central mediante Inventor 2015 ..	34
3.2.5 Diseño del sistema de arrastre piñón cadena.	36
3.2.5.1 Cálculo del Avance de la Puerta por minuto teórico.....	36
3.2.5.2 Avances por revolución de las ruedas seleccionadas	37
3.2.5.3 Calculo de las revoluciones necesarias para el avance de 478.7mm	38

3.2.5.4	Calculo del Motor de arrastre para los carros móviles.	39
3.2.5.5	Calculo del Número de dientes de las ruedas de transmisión	41
3.2.6	Diseño del Cable de Arrastre para levantar y cerrar la puerta.	43
3.2.7	Diseño de Tambores de Enrollamiento.	43
3.2.8	Calculo de soldadura sistema Backing Gate	45
3.3	Selección de componentes.	47
3.3.1	Selección del Motorreductor Ortogonal de ¼ Hp	47
3.3.2	Selección del tipo de cadena.	48
3.3.3	Cable de arrastre.	50
3.3.4	Elementos del Sistema Eléctrico	50
	Capítulo 4.	52
	Análisis de costos.	52
4.1.	Antecedente.	52
4.2.	Costos Directos	52
4.2.1.	Materiales Directos	53
4.2.2.	Mano de Obra Directa	55
4.2.3.	Equipos de Producción	56
4.2.4.	Servicios Especiales	56
4.2.5.	Montaje del Sistema In Situ.	57
4.2.6.	Costos Directos Totales.	58
4.3.	Costos Indirectos.	58
4.3.1.	Costos de materiales Indirectos	58
4.3.2.	Costos de Diseño.	59
4.3.3.	Costos Imprevistos	59
4.3.4.	Costos Indirectos Totales	59
4.4.	Costo total del Prototipo Sistema Backing Gate de 10m.	60
4.5.	Análisis Costo – Beneficio	60
	Capítulo 5.	63
	Análisis de Resultados	63
5.1.	Alternativa de diseño para el sector Agroindustrial.	63
5.2.	Factibilidad de fabricación y optimización de recurso.	63
5.3.	Ganado menos estresado “COW CONFORT”.	64
5.4.	Menor tiempo de movilización de ganado.	64
5.5.	Optimización de tiempo en la etapa de ordeño.	64
5.6.	Sistema Semiautomático amigable con el operario.	65
5.7.	Operación y Mantenimiento General.	66

5.7.1. Operación	66
5.7.2. Mantenimiento General	66
5.7.2.1. Avance y retroceso del Sistema Backing Gate	66
5.7.2.2. Apertura y cierre de la puerta	67
5.7.2.3. Frecuencia de mantenimiento.....	67
5.7.2.4. Notas importantes	68
Conclusiones	69
Recomendaciones.....	70
Referencias.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1. Medidas estándar del Ganado en Ecuador	5
Tabla 2. Puntuación en cada parámetro técnico para Modelos Backing Gate Rectangular y Circular.	9
Tabla 3. Puntuación para cada parámetro técnico. Sistemas Backing Gate Neumáticos y Electromecánicos.	9
Tabla 4. Resultados sistema Backing Gate en una sala Rectangular	12
Tabla 5. Resultados sistema Backing Gate en una sala Circular.....	14
Tabla 6. Resultados de análisis del sistema Backing Gate Neumático	17
Tabla 7. Resultados de análisis del sistema Backing Gate Neumático	19
Tabla 8. Materiales utilizados en el diseño de la PUERTA	22
Tabla 9. Materiales Estructurales de la Estructura Principal	26
Tabla 10. Datos del Material Seleccionado	34
Tabla 11. Momentos y reacciones	35
Tabla 12. Parámetros de para seleccionar la cadena.	49
Tabla 13. Materiales utilizados en la fabricación de la Puerta.....	53
Tabla 14. Materiales utilizados en la fabricación de la Estructura Principal.....	54
Tabla 15. Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Motriz Apertura y Cierre de la Puerta	54
Tabla 16. Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Motriz Avance y Retroceso ...	55
Tabla 17. Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Eléctrico	55
Tabla 18. Costo de mano de obra	56
Tabla 19. Costo de utilización de maquinaria.....	56
Tabla 20. Costo del Galvanizado por inmersión en Caliente	57

Tabla 21. Costo del Alquiler de Brazo Mecánico.....	57
Tabla 22. Costo Directos Totales	58
Tabla 23. Costo de Materiales Indirectos	58
Tabla 24. Costo Indirectos Totales.....	59
Tabla 25. Costo Total Diseño, Fabricación e Instalación del Sistema Backing Gate.....	60
Tabla 26. Rendimiento por ciclo de funcionamiento	65
Tabla 27. Frecuencia de Mantenimiento	68

Índice de figura

Figura 1. Descripción del Funcionamiento.....	6
Figura 2. Descripción de la activación de los fines de carrera.....	7
Figura 3. Sala de espera rectangular	10
Figura 4. Sala de espera circular.....	13
Figura 5. Sala de espera Circular.....	13
Figura 6. Resultados finales Sistema Backing Gate Rectangular Vs Circular.....	15
Figura 7. Sistema Backing Gate	16
Figura 8. Partes principales del Sistema Backing Gate Electromecánico.....	18
Figura 9. Resultados finales Sistema Backing Gate Neumático Vs Electromecánico	20
Figura 10. Partes principales de la puerta del Sistema Backing Gate.....	21
Figura 11. Viga principal del Sistema Backing Gate Electromecánico	22
Figura 12. Diagrama de Fuerzas Puntual y Distribuida.....	23
Figura 13. Diagrama momento cortante y momento flexionante	24
Figura 14. Esquema Estructura Principal del Sistema Backing Gate Electromecánico	26
Figura 15. Pernos de sujeción de las vigas principales.....	27
Figura 16. Esquema para análisis de los pernos	28
Figura 17. Centroides de la placa.....	28
Figura 18. Diagrama de Cuerpo Libre Reacción Cortante V Momento M	28
Figura 19. Esquema para analizar el Momento	29

Figura 20. Radio desde el centroide de la placa hasta el centro del agujero.....	29
Figura 21. Diagrama de cuerpo libre Fuerzas.....	31
Figura 22. Diseño de Eje del Motor Principal	33
Figura 23. Resultados del Momento en la Lado A	35
Figura 24. Resultados del Momento 2 en el lado B.....	35
Figura 25. Resultado de Esfuerzo Principal del Eje.	36
Figura 26. Esquema del sistema Motriz del Carro de Arrastre.....	36
Figura 27. Esquema de las ruedas NN de 6”	37
Figura 28. Diagrama del Motor $\frac{1}{4}$ Hp	39
Figura 29. Esquema del Par de Salida	40
Figura 30. Esquema del sistema Reductor de Velocidad.....	41
Figura 31. Esquema Ubicación del Tambor A-B	44
Figura 32. Tambor de enrollamiento	44
Figura 33. Soldadura en T	46
Figura 34. Motor $\frac{1}{4}$ Hp.....	47
Figura 35. Esquema de la Cadena.....	48
Figura 36. Ficha técnica de la Cadena.....	49
Figura 37. Programación del LOGO PLC	50
Figura 38. Posición de micros y pulsadores	51
Figura 39. Flujograma de Proceso General de Operación.	66

Resumen

El presente proyecto técnico presenta la manera de realizar la movilización de ganado hacia las salas de ordeño en haciendas del Ecuador, el cual permite analizar la necesidad de tecnificar este proceso a través del diseño, fabricación e instalación de un Sistema Backing Gate de 10m.

El mismo ayudará a reducir tiempos de ordeño, al momento que el ganado ingrese sin estrés al sistema de Ordeño.

Se tomará una decisión adecuada, de acuerdo al análisis de factibilidad en diseño y fabricación, considerando:

- Espacio físico de la sala de espera
- El sistema de apertura y cierre de la puerta,

Para seleccionar el modelo Backing Gate viable se analizan 2 alternativas de forma: circular y rectangular; además de 2 alternativas de accionamiento neumática y electromecánica.

El diseño y construcción mecánica, está orientado en realizar los cálculos necesarios para el sistema Backing Gate, considerando las 4 partes fundamentales:

- Diseño de la puerta.
- Estructura principal.
- Sistema de apertura y cierre de la puerta.
- Sistema de avance y retroceso de la puerta.

Con los elementos mecánicos calculados, los materiales y accesorios seleccionados, se procede a realizar el análisis de los costos directos e indirectos del diseño, fabricación e instalación del Sistema Backing Gate.

Finalizado el proceso de diseño, fabricación e instalación del Sistema Backing Gate, se analizan los resultados, los mismos que harán posible evidenciar el cumplimiento de los objetivos establecidos, reflejados en las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Abstract

This technical project is how to make the mobilization of cattle into the milking parlor haciendas of Ecuador, which allows to analyze the need to technify this process through the design, manufacture and installation of a 10m Backing Gate System.

It helps to reduce milking times, when cattle enter stress free Milking system.

It will be taken an appropriate decision, according to the analysis of design and manufacturing feasibility, considering:

- Physical space of the waiting room
- The opening and closing system of the door,

To select the model feasible Backing Gate, 2 shape alternatives are analyzed: round and rectangular; plus 2 actuation alternatives pneumatic and electromechanical.

Mechanical design and construction, is geared to perform the calculations necessary for the Backing Gate system, considering the 4 fundamental parts:

- Door design.
- Main structure.
- System opening and closing the door.
- System forward and reverse the door.

Calculated the mechanical elements, materials and accessories selected, proceed to the analysis of the direct and indirect costs of the design, manufacture and installation of Backing Gate System.

Following completion of the design, manufacture and installation of Backing Gate System, the results are analyzed, which will enable them to demonstrate fulfilling the established objectives, as reflected in the respective conclusions and recommendations.

Introducción

A nivel nacional en las haciendas ganaderas del Ecuador, los sistemas automatizados “Backing Gate” diseñados para las salas de espera antes del ordeño, no han sido implementados. Por tal motivo el arreo de ganado se lo realiza manualmente o tradicionalmente, lo que significa que el ganado en este proceso llega a estresarse y generar adrenalina lo que dificulta el ordeño además que se necesita incrementar el personal para guiar a las vacas a la sala de ordeño.

Con el diseño y construcción de éste prototipo SEMI-AUTOMATICO BACKING GATES DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO, se va a tecnificar ésta etapa, de tal manera que se pueda facilitar la conducción del ganado hacia el área de ordeño, eliminando así la forma tradicional de movilizar el ganado.

Ecuador, un país en vías de desarrollo productivo alineado con el cambio de la matriz productiva que fomenta el gobierno central, desea fortalecer los ejes principales de producción, uno de ellos la ganadería y producción de leche, actualmente el Ecuador goza de amplios lugares productores de lácteos en la que la demanda de alta cantidad de leche es uno de los factores primordiales a solventar, con la implementación de los sistemas SEMI-AUTOMATICO BACKING GATES PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO se reduce los tiempos de producción e incrementa la cantidad de leche recolectada.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño.

Objetivos específicos

- Disminuir el tiempo del traslado del ganado hacia la sala de ordeño.
- Analizar las alternativas de diseño de sistema Backing Gate.
- Diseñar los planos de conjunto y detalle del sistema Backing Gate.
- Construcción del Prototipo semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño.
- Montaje y puesta en marcha del sistema semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño.
- Realizar un análisis de costos de fabricación

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1. Generalidades de un sistema Backing Gate

Considerando actualmente que la movilización de vacas hacia las salas ordeño se lo realiza de una manera tradicional además las haciendas del país no posee una Sala de Espera, se concluye que no es un proceso técnico en las haciendas del Ecuador. Se debe entender que una mala maniobra en la movilización o arreo provoca estrés antes, durante y después del ordeño, lo que significa que ordeñar en estas condiciones repercutirá en la calidad de la leche. Debido a este problema se ve la necesidad de tecnificar este proceso.

Se ha observado que una de las mejores alternativas técnicas para conseguir que el ganado se movilice de una forma ordenada y tranquila es la implementación de una Sistema SEMI-AUTOMATICO BACKING GATES DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO

Por tal razón el presente proyecto técnico de titulación busca reducir el tiempo de movilización de ganado para mejorar la producción de la leche. De esta manera se optimiza el recurso humano, se reduce el estrés al ganado al momento de movilizarlo hacia la sala de ordeño, al reducir el estrés la vaca segrega oxitocinas, las mismas que facilitan la salida de la leche y hacen que el proceso de ordeño sea más rápido.

1.2. Reducción de tiempo y movilización de ganado

Al momento de lograr en Ecuador una estandarización, el primer paso para los sistemas de ordeño es la construcción de la “Sala de Espera”, es decir un espacio físico en el cual el ganado este esperando tranquilamente el momento de ingresar a la

sala de ordeño, garantizando así un ganado tranquilo y no maltratado. (Villena Fernández & Jiménez Ruiz, 2002)

Con la implementación de un Sistema SEMI-AUTOMATICO BACKING GATES DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO, garantizamos:

- Ordenamiento adecuado del ganado en la Sala de Espera.
- Avance progresivo y ordenado de las vacas hacia el área de ordeño, eliminando el estrés de movilización.
- Se reduce el tiempo de succión de leche.

1.3. Recurso Humano

El proceso actual que utiliza la hacienda, nos indica que la movilización de las vacas hacia las salas de ordeño la realiza alrededor de 3 a 4 personas dependiendo el número de cabezas de ganado que posee la hacienda, con el sistema SEMI-AUTOMATICO BACKING GATES DE 10M PARA MOVILIZAR GANADO DE ORDEÑO este proceso de movilización de ganado será controlado por un operador el cual estará pendiente según el tiempo de ordeño, para accionar la puerta de arreo de ganado.

1.4. Sala de espera.

Se denomina una sala de espera al espacio físico que existe antes que el ganado ingrese a la sala de ordeño, existen dos tipos de salas de espera las rectangulares y circulares, depende el espacio que posee las haciendas y el mecanismo de ordeño automático instalado en la sala de ordeño.

Las finalidades de instalar una sala de espera es proteger al ganado higiénicamente y físicamente, que se mantenga cómodo, evitando el estrés e incluso lesiones podales; al proporcionar un espacio físico amplio, limpio y nivelado, mantenemos al ganado

con la cabeza hacia abajo o a la altura de su columna lo que permite al animal estar tranquilo antes de ingresar al sistema de ordeño.

El sistema Backing Gate instalado en una sala de espera evita que el ganado este suelto, es decir evita malos tratos al momento de movilizar el ganado y optimiza el tiempo de ingreso del hacia la rutina de ordeño, adicionalmente este tipo de sistemas ayudan a que el animal no esté más de dos horas en el sobre el piso de cemento de la sala de espera. (Castro, 2010)




1.5. Características físicas del ganado de ordeño en el Ecuador.

Ecuador se caracteriza por tener excelentes zonas lecheras entre las que se destaca las zonas de San Gabriel (Carchi), Machachi (Pichincha) Riobamba (Chimborazo), Latacunga (Cotopaxi) y Macas (Morona Santiago) con una producción de 4.5 millones de litros de leche al año, dentro de las cuales las razas más productivas y que pueden resistir los climas extremos de Ecuador son Brown swis, Jersey y Holstein. (EL COMERCIO, 2011)

Podemos advertir que la producción de leche a nivel nacional es un campo productivo significativo para Ecuador, fuente generadora de empleo y un red fundamental para un encadenamiento productivo, por par motivo implementar un sistema Backing Gate ayudaría a que esta producción incremente, fomentando así un desarrollo industrial.

Tabla 1.

Medidas estándar del ganado en Ecuador

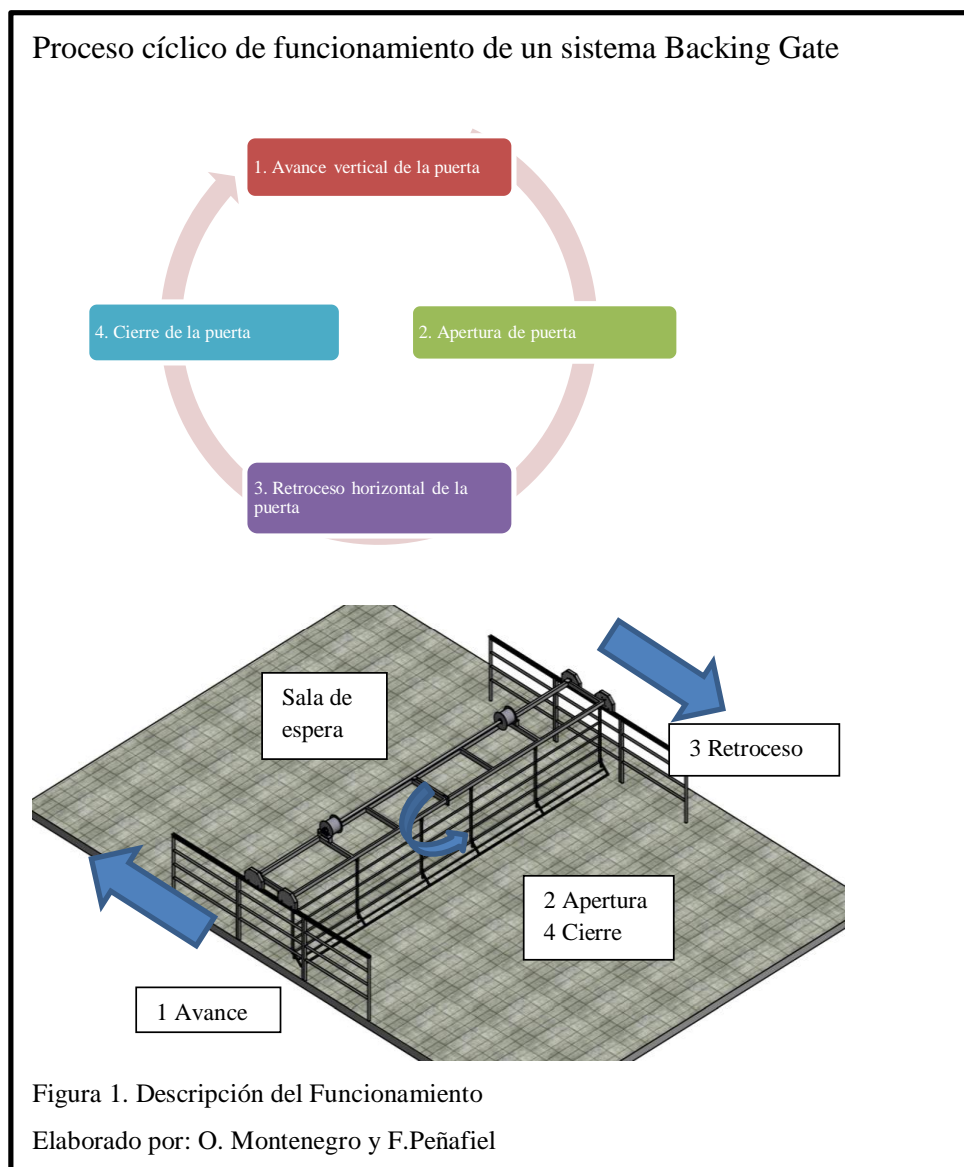
Raza de Vaca	Alzada a la Cruz ACR	Longitud de cuerpo LCO	Ancho de la anca o grupa AGR
			

Jersey	1.15-1.20	1.69-1.80	36.40-43.14
Brow Swis	1.30-1.50	1.50-1.20	
Holstein	1.50-1.60	1.75-1.22	

Nota: Para diseñar un sistema Backing Gate hay que considerar los máximos valores de la tabla.
(Vázquez & Terán , 2011)

1.6. Principio de funcionamiento de un sistema Backing Gate

En base a los resultados de la implementación de este sistema en países como Argentina y Suiza, que arrojan una disminución de tiempo de ordeño del ganado, se decide diseñar un prototipo Backing Gate Ecuatoriano, el mismo que cumpla la función de ocupar el espacio físico que deja el ganado mientras ingresa a la sala de ordeño. Este movimiento se consigue cuando el operario activa el avance de la puerta mediante un pulsador.



Una vez energizado el sistema por medio del tablero de control se procede a utilizar el cajetín de pulsadores

Avance de la puerta. presionar el pulsador N°1. de manera paulatina simulando el ingreso del ganado. La puerta debe avanzar hacia la sala de ordeño, el avance debe ser de 1.8m en 28s a 8.6rpm (Villena Fernández & Jiménez Ruiz, 2002)

Apertura de la puerta. un vez que la puerta finaliza el recorrido de avance el carro móvil 1 acciona el fin de carrera 1 y después de 30s procede a levantarse la puerta automáticamente hasta la posición horizontal. Comprobar que la altura mínima sea de 1.7m para el ingreso del ganado

Retroceso de la puerta. al momento que la puerta llega a su posición horizontal activa el fin de carrera 2, lo que permite habilitar el circuito de inversión de giro en los motores de 1/4hp que utilizamos para mover el sistema y mediante el pulsador 2 retroceder de manera continua la puerta.

Cierre de la puerta. al finalizar el recorrido de regreso, el carro móvil 2 activa el fin de carrera 3, permitiendo habilitar el circuito de inversión de giro en el motor de ½ hp que utilizamos para levantar la puerta, permitiendo mediante el pulsador 3 bajar la puerta hasta el fin de carrera 4 el cual reinicia la programación del sistema permitiendo volver al avance principal.

Orden de Activación de fines de carrera



Figura 2. Descripción de la activación de los fines de carrera

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Capítulo 2

Análisis de alternativas

2.1. Antecedente

Dentro de este capítulo se analizará 2 alternativas que define la forma del sistema Backing Gate y 2 alternativas que definen el tipo de mecanismo del sistema Backing Gate. (Villena Fernández & Jiménez Ruiz, 2002)

1. Alternativas para definir la forma del Sistema Backing Gate:
 - A. Sistema Backing Gate Rectangular
 - B. Sistema Backing Gate Circular.
2. Alternativas para definir el mecanismo del Sistema Backing Gate:
 - A. Sistema Neumático
 - B. Sistema Electromecánico

En cada una de dichas alternativas se consideraran parámetros de diseño fundamentales, los cuales son:

Parámetros para los modelos Backing Gate Rectangular y Circular:

- Diseño y Fabricación.
- Capacidad de arreo de ganado.
- Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.

Parámetros para los sistemas Backing Gate Neumáticos y Electromecánicos

- Dimensión de los miembros estructurales y conexiones.
- Sistema de apertura y cierre de la puerta.
- Sistema de avance y retroceso de la puerta.

Una vez identificados los parámetros se estipulará valores de ponderación para cada uno de ellos, siendo así 100 puntos la más alta categoría que puede alcanzar un sistema Backing Gate.

Lo que conlleva a que cada valor aplicado en cada uno de los parámetros sea puntuado objetivamente en base a su importancia y dificultad de construcción como lo corrobora las Tablas 2 y 3.

Tabla 2.

Puntuación en cada parámetro técnico para Modelos Backing Gate Rectangular y Circular.

Sistemas Backing Gate	Parámetro técnico	Valor total en puntos	Mínimo puntaje aceptable
1. Rectangular 2. Circular	a) Diseño y Fabricación.	40	35
	b) Capacidad de arreo de ganado.	30	25
	c) Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.	30	25
	Total	100	85

Nota: La tabla contiene el valor mínimo de puntaje que puede tener cada parámetro.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Tabla 3.

Puntuación para cada parámetro técnico. Sistemas Backing Gate Neumáticos y Electromecánicos.

Sistema Backing Gate	Parámetro técnico	Valor total en puntos	Mínimo puntaje aceptable
1. Neumático 2. Electromecánico	a) Dimensión de los miembros estructurales y conexiones.	40	35
	b) Sistema de apertura y cierre de la puerta.	40	35
	c) Sistema de movimiento.	20	15
	Total	100	85

Nota: La tabla contiene el valor mínimo del puntaje que puede tener cada parámetro.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

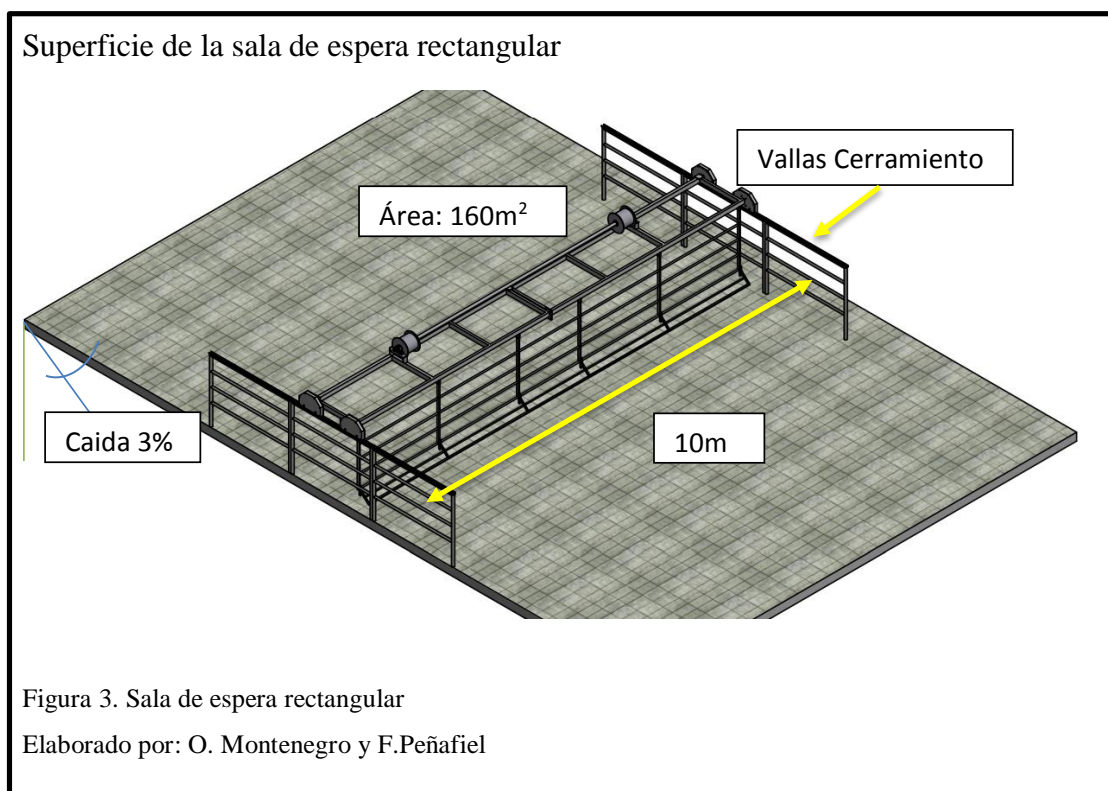
Se considerará el modelo más apropiado aquel que dentro del análisis técnico alcance el mayor puntaje, considerando como mínimo el 85% para cada modelo del sistema Backing Gate.

2.2. Forma del Sistema Backing Gate

La forma depende del tipo de Sala de Espera que posee la hacienda, existiendo dos tipos de salas de espera rectangular y circular.

2.2.1. Sistema Backing Gate Rectangular

a) **Diseño y Fabricación.** Las características de diseño y fabricación obtenidas de la hacienda Santa Anita, indica que para un sistema Backing Gate rectangular se necesita únicamente una loza de hormigón reforzado, con un ángulo de caída del 3% al final de la Sala de Espera, para eliminar desechos al momento de limpieza. Para nuestro prototipo se va a utilizar una sala rectangular instalada en la hacienda Santa Anita ubicada en Alaquez – Latacunga de 160m^2 , en la cual se instalará una puerta de longitud 10m. (ver figura 3)



Para la fabricación de un sistema Backing Gate en una sala de espera rectangular, la selección de materia prima es importante ya que un correcto análisis permite

considerar un adecuado peso para la puerta, reducir tiempo de fabricación, además para el avance y retroceso se puede utilizar las mismas vallas del cerramiento.

b) Capacidad de arreo de ganado. el objetivo de las haciendas en el Ecuador es poseer una alternativa que les permita ocupar al máximo el espacio disponible, al instalar un sistema Backing Gate en una sala de espera tipo rectangular, se logra aprovechar al 100% su capacidad, ya que no se desperdicia espacio físico con los elementos del Backing Gate.

Según Villena Fernández & Jiménez Ruiz, (2002) en su tomo 3, estipula que el espacio físico que debe tener una vaca en la sala de espera es de 1.8m^2 , por lo tanto en una sala rectangular de 160m^2 podemos almacenar 88 cabezas de ganado. Se debe garantizar adicionalmente que las vacas no se ubiquen en lugares de amontonamiento y que la distancia de tolerancia entre la última vaca y la puerta no genere empujones al animal (Chesterton, 2010), en una sala rectangular el sistema Backing Gate garantiza esta condición al 100% ya que el avance es paralelo y el operario puede desactivar el mecanismo si observa que un animal queda rezagado.

c) Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.

Para garantizar este parámetro se debe considerar que las vacas deben ingresar con comodidad hacia la sala de espera.

Al momento de instalar una puerta de 10 metros de longitud que se eleva 1.70m con referencia al piso, en una sala rectangular de 160m^2 garantizamos el 100% de este parámetro.

Acogiendo la recomendación del Doctor Veterinario Castro, (2010) en su artículo estipula que el animal no debe exceder más de 2 horas en una sala con piso de cemento adicionalmente debe tener 15 minutos para reposar antes de iniciar la

jornada de ordeño, con un sistema Backing Gate en una sala rectangular se garantiza que el arreo de ganado es uniforme ademas en la hacienda Santa Anita el sistema de ordeño es de 16 cabezas por grupo, y que el tiempo por ordeño es de 8 minutos para dicho grupo, para una muestra de 88 vacas que es la capacidad de sala de ordeño tenemos como resultado los siguiente:

Van a ingresar 6 grupos de vacas a la sala de ordeño y el tiempo final de ordeño es de 44 minutos adicional a esto 15 minutos que recomienda el manual, el tiempo total que el ganado paso en la sala de espera es 59 minutos.

Tabla 4.

Resultados sistema Backing Gate en una sala Rectangular

Parámetro técnico	Sistema Backing Gate Rectangular	
	Resultados	Puntuación
Diseño y Fabricación.	Fácil análisis de selección de materia prima.	38
Capacidad de arreo de ganado.	Se aprovecha el 100% de espacio físico. Capacidad de 88 vacas. Se garantiza el 100% de comodidad.	30
Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.	Fácil ingreso del ganado. Ingresa 6 grupos de vacas al ordeño. Tiempo total 59 minutos.	27
Total		95

Nota: Se evidencia que la calificación total para un modelo Backing Gate instalado en una sala de espera rectangular es de **95 puntos**.

Elaborado por: O. Montenegro y F. Peñafiel

2.2.2. Sistema Backing Gate Radial Circular.

- a) **Diseño y Fabricación.** El área circular para la sala de espera, el piso debe tener un desnivel hacia el centro (forma de cono), como se observa en la figura 4, con la finalidad de eliminar los desechos orgánicos, esto implica que deber tener un sistema de drenaje adicional en la parte inferior del piso, que permita transportar los desechos hacia el exterior, incrementando el costo de construcción y el tiempo de entrega de una sala de espera circular.

Backing Gate Circular



Figura 4. Sala de espera circular

Fuente: (BITS4FARMS, 2016)

Al analizar técnicamente si deseamos colocar un sistema Backing Gate circular se incrementa un 30% la materia prima, debido a su diseño en forma de manecillas del reloj se puede evidenciar que se utilizan dos puertas, incrementando así el peso del sistema, mayor tiempo de construcción, incremento de precio.

b) Capacidad de arreo de ganado. Considerando una puerta de 5m de radio lo que equivale a tener una puerta de 10m como el caso anterior, el espacio útil en metros cuadrados se reduce a $78,5\text{m}^2$, es decir se reduce un 51% en comparación de una sala rectangular.

Sistema Backing Gate con puerta de 5m de radio



Figura 5. Sala de espera Circular

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Al reducir el espacio físico a 78.5m², considerando que una vaca necesita 1,8m² en este tipo de salas simplemente caben 43 cabezas de ganado lo que significa que igual su capacidad se reduce a un 52%

c) **Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.** Al momento de poseer un entrada de 5m, el ingreso del ganado se reduce en un 50%, la ventaja es que al tener un área de 78.5m² y que ingresa menos cantidad de ganado el tiempo de espera antes de iniciar el ciclo de ordeño se reduce; pero la desventaja es que para una muestra de 88 vacas, se debe repetir el ciclo 2 veces, lo que nos arroja el siguiente resultado.

En el primer ciclo van a ingresar a la sala de ordeño de la hacienda Santa Anita 3 grupos de vacas, las mismas que utilizarán 22minutos para ordeñarlas sumando los 15min que se recomienda antes de iniciar la jornada de ordeño el tiempo total es de 37minutos. Se debe tomar en cuenta que esto ocurre en un solo ciclo cuando la sala de espera circular se llena, para la muestra de 88vacas se debe repetir este ciclo otra vez, por lo tanto el tiempo final 74min es decir se aumentó un 25% en el tiempo final.

Tabla 5.

Resultados sistema Backing Gate en una sala Circular

Parámetro técnico	Sistema Backing Gate Rectangular	
	Resultados	Puntuación
Diseño y Fabricación.	Mayor cantidad de materia prima. Mayor complejidad en el diseño civil. Incrementa costo de fabricación	30
Capacidad de arreo de ganado.	51% menos de espacio útil. Capacidad para 43 vacas.	25
Tiempo para acomodar el ganado antes de encender el sistema Backing Gate.	50% menos de espacio para ingreso de vacas. Hay que repetir el ciclo 2 veces para una muestra 88 vacas. Incremento de un 25% tiempo para el ordeño	22
Total		77

Nota: Se evidencia que la calificación total para un modelo Backing Gate instalado en una sala de espera Circular es de **77puntos**

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

Al finalizar el análisis técnico, se concluye que el modelo óptimo para instalar un sistema Backing Gate es poseer una sala de espera rectangular, consecuentemente se define la forma para el prototipo a diseñar.

Sistema Backing Gate Rectangular Vs Circular

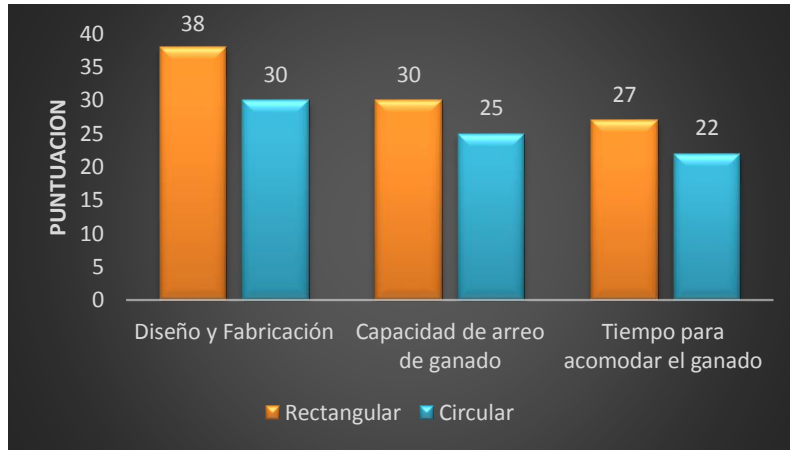


Figura 6. Resultados finales Sistema Backing Gate Rectangular Vs Circular.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

2.3. Sistemas Backing Gates Neumático y Electromecánico

Los diseños más comunes de sistemas Backing Gates son los construidos de forma neumática y electromecánica, la finalidad es abrir la puerta de arreo a 90° con referencia a la viga principal, en este subcapítulo se analizará la mejor opción para crear el prototipo Backing Gate Ecuatoriano.

2.3.1. Sistema Backing Gate Neumático

a) **Miembros estructurales y conexiones.** En la figura 7 se indica un diseño de sistema neumático general. El mismo que presenta las siguientes características:

- Utiliza un 95% de elementos neumáticos importados.
- Alto costo de fabricación e instalación.
- Alto consumo de CFM en aire comprimido.
- Diseño con un solo tipo de material estructural, lo que ocasiona incremento del costo final.

- Mayor estructura para la sujeción de cilindros principales.

Modelo Backing Gate Neumático



Figura 7. Sistema Backing Gate

Fuente: (Dairyimaster Up & Over Backing Gate, 2012)

Por el hecho de poseer un 95% de accesorios extras, costo de instalación el valor total oscila entre \$3000 a \$3200 dólares únicamente para el mecanismo de apertura y cierre de la puerta. Sin contar los materiales metálicos como tubería cuadrada, tubería circular, carcazas para carros móviles.

Además el punto más crítico es la implementación de un compresor de tornillo, ya que por sus características técnicas, es el más óptimo de instalar en una hacienda, puesto que un parámetro fundamental a controlar es la emisión de ruido, con un dispositivos de este tipo se reduce un 85% el ruido emanado.

b) Sistema de apertura y cierre de la puerta. Para un prototipo de 10m, este tipo de mecanismo posee elementos secundarios tales como: 3 electroválvulas neumáticas 5/2 conexión G1/4, 3 cilindros de doble efecto de diámetro 63mm y carrera de 250mm, un PLC 10 entradas y 10salidas, 3 bobinas, 3 sensores de posicionamiento, racores para válvulas, racores para cilindros 3 válvulas anti retorno, 6 silenciadores para válvulas, 50 metros de manguera PUN10, 3 reguladores de caudal; un total de 25 elementos.

Se puede advertir que el 95% de elementos son importados, dificultando procesos de mantenimiento correctivos, se debe considerar que este sistema estará instalado en haciendas de Ecuador, ubicadas en lugares remotos de la sierra y la costa.

c) **Movimiento de avance y retroceso de la puerta.** El sistema de accionamiento está previsto con baterías de 24V-DC tanto para las bobinas como en el sensor de posicionamiento. Las mismas que estarán conectadas en los carros móviles de la estructura.

Es necesario analizar el tipo de corriente que poseen las haciendas para accionar motores, en el caso de la hacienda Santa Anita posee un corriente de 100 – 220 bifásica.

Tabla 6.

Resultados de análisis del sistema Backing Gate Neumático

Parámetro técnico	Sistema Backing Gate Rectangular	
	Resultados	Puntuación
Miembros estructurales y conexiones	Componentes importados. Alto costo de instalación. Implementación de un compresor de tornillo.	20
Sistema de apertura y cierre de la puerta.	Utiliza demasiados componentes. En caso de mantenimiento correctivo no se puede dar una solución práctica.	30
Movimiento de avance y retroceso de la puerta.	Se activa con bobinas, en corriente continua.	12
Total		62

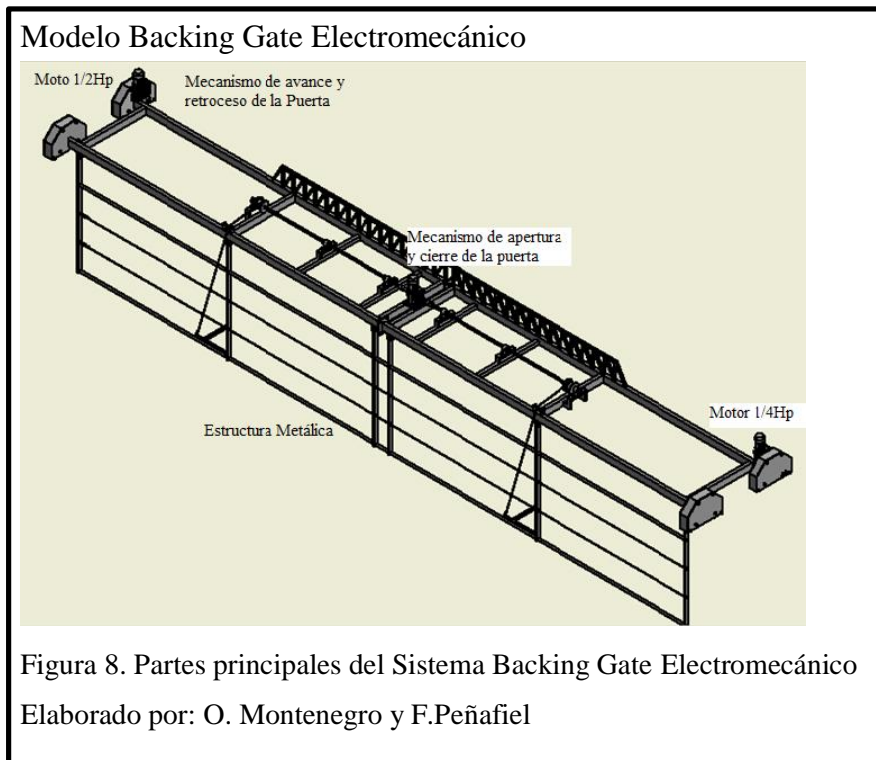
Nota: Se evidencia que la calificación total para un sistema Backing Gate Neumático es de **62 puntos**
Elaborado por: O. Montenegro y F. Peñafiel

2.3.2. Sistema Backing Gate Electromecánico

a) **Miembros estructurales y conexiones.** En la figura 8 se describe en forma general un sistema Backing Gate Electromecánico, el cual posee las siguientes características:

- Un moto-reductor ortogonal que permite la apertura y cierre de la puerta a 90°.
- Estructura metálica galvanizada, fabricada con materiales nacionales.

- El diseño de la puerta está en función a poseer el menor peso posible.
- El sistema de control y programación es eléctrico.



Lo elementos que consta en este tipo de dispositivos se puede localizar fácilmente en el mercado, incluso así falle el cable metálico, se puede hacer adaptaciones temporales con cordones de fibras naturales.

Por el hecho de necesitar menos elementos el costo mayor corresponde al valor de los 3 motor-reductores que oscila \$1150dólares.

El costo aproximado de instalación estructural y accesorios podemos estimar un aproximado de \$1200 dólares, la parte eléctrica con insumos e instalación \$950dolares. Lo que nos proporciona un valor aproximado de \$3300 dólares por todo el equipo.

Esto representa un 75% menos que la opción del mecanismo neumático.

- b) Sistema de apertura y cierre de la puerta.** Este mecanismo simplemente funciona con un motor-reductor ortogonal de 1/2hp, ubicado en el centro de la viga

principal, en el cual se conecta un eje circular en cuyos extremos se colocan dos tambores los que cumplen con la función de recoger el cable metálico sujeto a la puerta, en la parte de mando se necesita 3 pulsadores, 2 contactores, 3 portafusibles, 1 LOGO PLC, 6 chumaceras, 2 tambores; lo que significa que apenas tenemos 18 elementos.

Con esta cantidad de elementos, este tipo de mecanismo reduce un 68% en comparación al mecanismo neumático.

c) Movimiento de avance y retroceso de la puerta. El sistema de accionamiento es simplemente energía monofásica 100-220V para poder accionar los 2 motor-reductores ortogonales de ¼ hp que van instalados en los mecanismo denominados carros de avance.

Tabla 7.

Resultados de análisis del sistema Backing Gate Neumático

Parámetro técnico	Sistema Backing Gate Rectangular	
	Resultados	Puntuación
Miembros estructurales y conexiones	Posee alto componente nacional. 75% más económico. Fácil fabricación e instalación.	38
Sistema de apertura y cierre de la puerta.	Se utilizan apenas 18 elementos entre eléctricos y mecánicos. Se reduce un 68% de elementos. Facilidad de mantenimiento correctivo en caso de emergencia.	37
Movimiento de avance y retroceso de la puerta.	Mayor potencia al utilizar motor-reductores. Fácil fabricación de los carros móviles. Se aprovecha el voltaje de la hacienda.	18
Total		93

Nota: Se evidencia que la calificación total para un sistema Backing Gate Electromecánico es de **93 puntos**

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Al finalizar el análisis técnico, se concluye que el diseño óptimo corresponde a un Sistema Backing Gate Electromecánico.

Sistema Backing Gate Neumático Vs Electromecánico

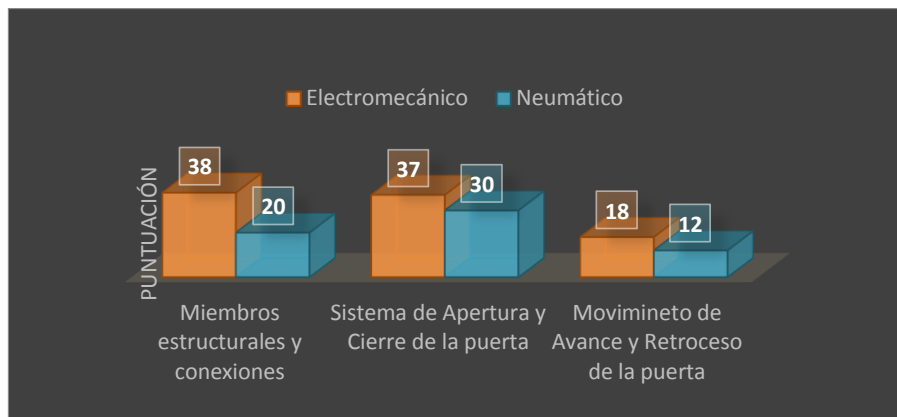


Figura 9. Resultados finales Sistema Backing Gate Neumático Vs Electromecánico

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Por lo tanto este proyecto técnico esta direccionado en base a los resultados del análisis de alternativas, al diseño y construcción de un sistema semiautomático Backing Gate Electromecánico Rectangular que posee una puerta de 10m de largo.

Capítulo 3

Diseño

3.1 Antecedente

En este capítulo se llevará a cabo todos los cálculos que se necesitan para la fabricación del sistema Backing Gate.

El alcance de este capítulo se divide en dos partes:

- a) Diseño de elementos.
- b) Selección de componentes.

3.2 Diseño de Elementos

Para un diseño Backing Gate con puerta rectangular de longitud 10m y 16m de recorrido se diseñará los siguientes elementos:

- Diseño de la Puerta.
- Diseño de la Vigas Principales.
- Dimensionamiento de los Pernos de Unión de las Vigas Principales.
- Diseño del Eje del Motor Central.
- Diseño del Sistema de Arrastre Piñón Cadena.
- Diseño del Cable de Metálico para levantar y bajar la puerta
- Diseño de Tambores de Enrollamiento.

3.2.1 Diseño la puerta

El modelo seleccionado para la fabricación del sistema Backing Gate del presente proyecto, se procede al cálculo del peso de la puerta, para ello se debe determinar el peso de cada uno de los elementos que conforman la puerta.

Según la figura 10 este modelo de puerta ocupa los elementos que se describen en la Tabla 8.

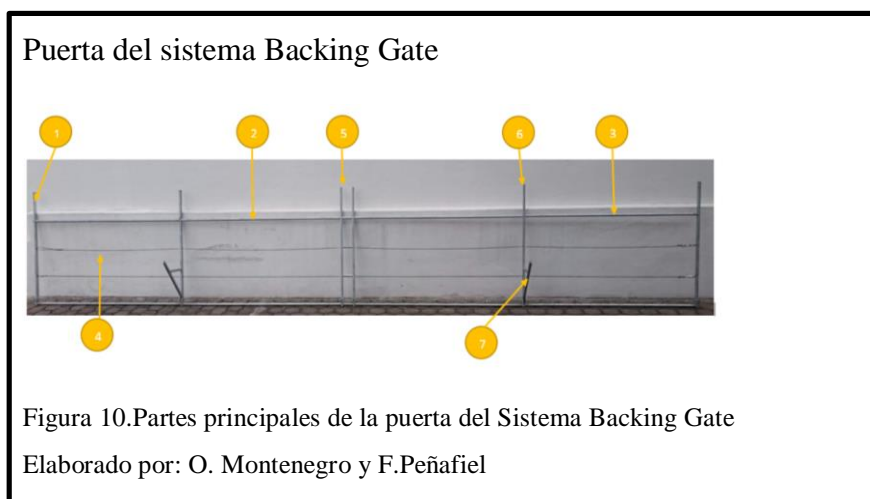


Tabla 8.

Materiales utilizados en el diseño de la PUERTA

Ítem	Elemento	Material	Dimensiones Brutas	Cant	Longitud Total	Peso	Peso total
					m	Kg/m	Kg
1	Parantes principales	Tubo rectangular 25x50x2	1600x25x50	6	9,60	2,27	21,79
2	Tubería Principal	Tubo Redondo 31.75 x2	5036xΦ31.75	2	10,07	1,12	11,28
3	Tubería Secundaria	Tubo Redondo 31.75 x2	2320xΦ31.75	4	9,28	1,12	10,39
4	Cable Metálico	Cable Metálico 6.35x130kg/mm ²	1000xΦ6.35	2	20,00	0,179	3,58
5	Orejas	Platina de 50x8	60x50x8	12	0,96	3,53	3,39
6	Pasadores	Barra Redonda /Lisa 12,5mm	70xΦ12,5	6	0,42	1,39	0,58
7	Brazo Elevador	Tubo Cuadrado 25x2	25x25x1000	2	3,13	3,13	9,80
						TOTAL	60,82

Nota: Peso total de la puerta del sistema Backing Gate

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

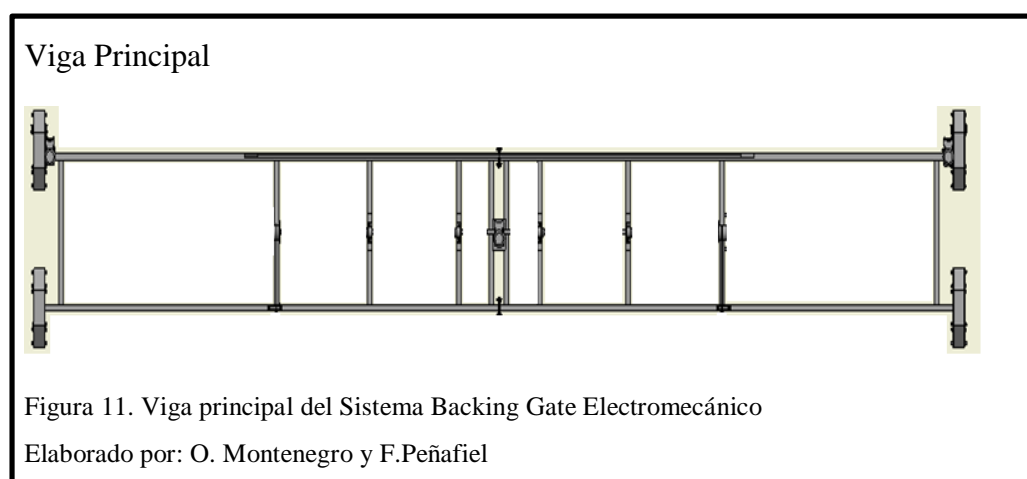
Al realizar la sumatoria de los pesos, se tiene como resultado que la puerta tiene un peso total de 60.84kg

3.2.2 Diseño de la Vigas Principales.

Una vez calculado el peso de la puerta es el punto de partida para continuar con el cálculo de la viga.

Adicionalmente debe considerar el peso de la carga que generan todos los elementos del sistema motriz de apertura y cierre de la puerta que es de 124.64kg

Por lo tanto la viga principal tendrá que soportar un peso total de 185.46kg,



Para efectos de cálculo se considera la estructura principal como una sola viga

Al momento de trasladar esta carga puntual a distribuida se tiene que la viga soporta 18.54kg/m

Diagrama de Fuerzas para la Viga Principal

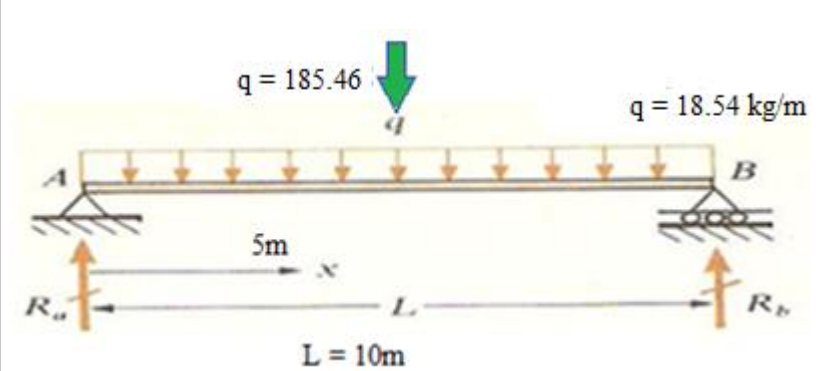


Figura 12. Diagrama de Fuerzas Puntual y Distribuida

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Calculo de las reacciones

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ra - 185.46kg + Rb = 0$$

Ecuación 1

$$\Sigma Ma = 0$$

$$(Rb * 10m) - (185.46kg * 5m) = 0$$

Ecuación 2

$$Rb = \frac{927.3kg \cdot m}{10m}$$

$$Rb = 92.73kg$$

Ecuación 3

Reemplazando Rb en la Ec1

$$Ra - 185.46kg + Rb = 0$$

$$Ra - 185.46kg + 92.73kg = 0$$

$$Ra = (185.46 - 92.73)kg$$

$$Ra = 92.73kg$$

Diagrama momento cortante y momento flexionante
Viga principal del Sistema Backing Gate Electromecánico

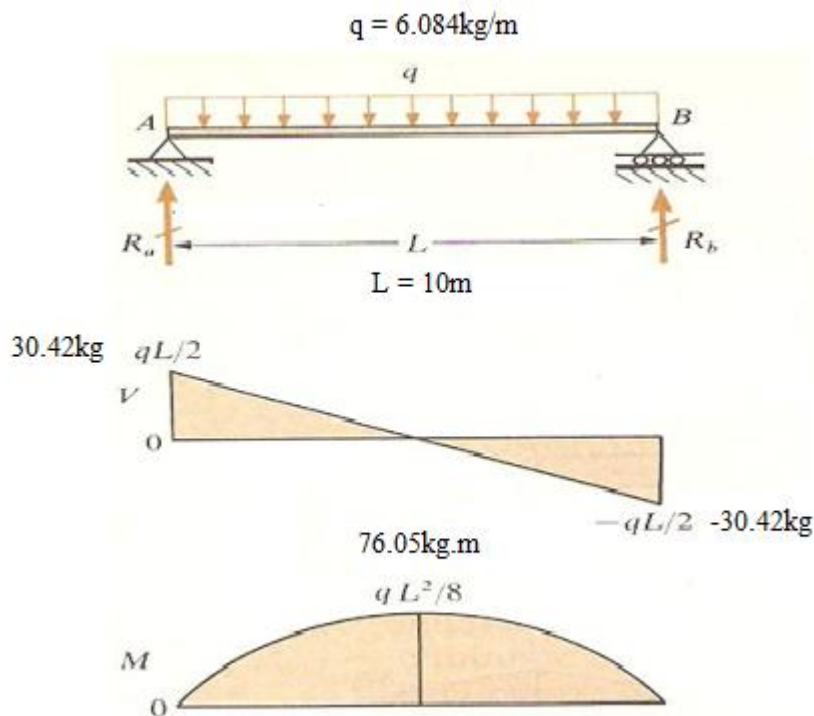


Figura 13. Diagrama momento cortante y momento flexionante

Elaborado por: O. Montenegro y F. Peñafiel

Calculo del Momento Máximo

$$M_{max} = \frac{ql^2}{8}$$

Ecuación 4

$$M_{max} = \frac{18.54 \frac{\text{kg}}{\text{m}} (10\text{m})^2}{8}$$

$$M_{max} = 231.75 \text{ kg.m}$$

$$M_{max} = 231.75 \text{ kg.m} \left(\frac{100\text{cm}}{\text{m}} \right)$$

$$M_{max} = 23175 \text{ kg.cm}$$

Calculo del límite de fluencia máximo permisible

$$S_x = \frac{M_{max}}{f_b}$$

Ecuación 5

$$S_x = \frac{23175 \text{ kg.cm}}{\frac{2356 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$Sx = 9.836cm^3 * \frac{1pulg^3}{(2.54cm)^3}$$

$$Sx = 0.600pulg^3$$

Fuente: (Larburu, 2004)

Selección de perfil estructural

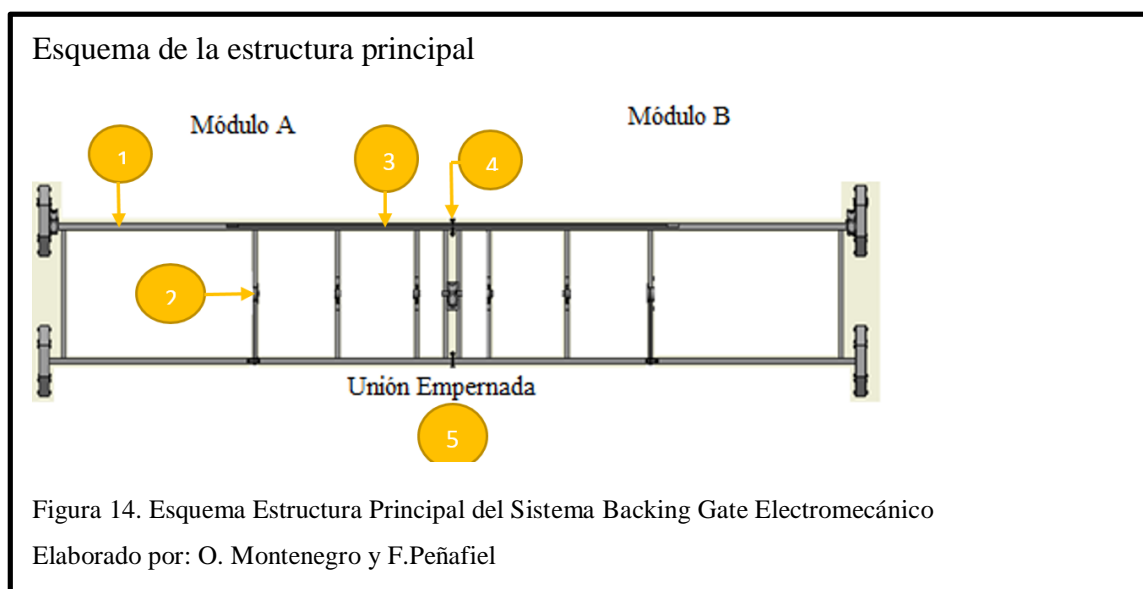
Según el código de diseño AISC American Institution of Steel Construction (2010), en la sección de dimensiones y propiedades de la tubería estructural, con el valor Sx , se puede seleccionar el perfil adecuado.

Para el prototipo Backing Gate que se desea fabricar, se necesita un perfil que posea un Sx de $0.600pulg^3$. Este valor es demasiado bajo dentro de la sección de tubería rectangular, por tal motivo se debe aproximar al valor superior.

Según el código AISC, se puede utilizar un tubo rectangular 3X2pulgadas, con un Sx de $1.24pulg^3$ analizando los catálogos de las empresas nacionales este tipo de perfiles rectangular no existen en el país.

Por lo tanto se debe comparar los cálculos teóricos con la producción nacional, este análisis permite seleccionar un perfil 50mm x 100mm en espesor de 3mm, con un Sx de $21.27cm^3$ o $1.29pulg^3$. (Ver Anexo 1.)

El sistema BACKING GATE debido a la longitud de 10 metros, necesita de 4 vigas principales las cuales debido a la longitud será fabricada en dos módulos de 4985mm de longitud cada uno, el cual será unido mediante un sistema empernado, como se estipula en la figura 14.



Materiales que se necesita para la fabricación de la estructura principal se detalla en la Tabla 9, el peso total de la Estructura principal es de 205.28kg

Tabla 9.

Materiales Estructurales de la Estructura Principal

Ítem	Elemento	Material	Dimensiones Brutas (mm)	Cant.	Longitud Total	Peso	Peso total
					(m)	(kg/m)	(kg)
1	Viga Principal	Tubo Rectangular 100x50x3	4995x100x50	4	20,0	6,88	137,46
2	Viga Transversal	Tubo Rectangular 100x50x3	1000x100x50	6	6,0	6,88	41,28
3	Cerchas	Angulo 20x2	5550x300	5	30,0	0,6	18,00
4	Pernos y tuercas de unión	Acero Inoxidable	M12x45	8	0,4	1,5	0,54
5	Placas de Unión	Planchas acero A36ES	250x200x8	4	N/A	N/A	8,00
						TOTAL	205,28

Nota: Se evidencia el peso total de la estructura principal del sistema Backing Gate
Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

3.2.3 Dimensionamiento de los pernos de unión de las vigas principales.

Los módulos de la estructura principal del sistema Backing Gate, serán unidos mediante placas empernadas como se estipula en la figura 15.

Forma de Sujeción de estructura principal

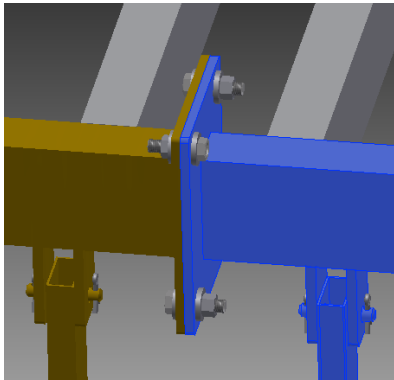


Figura 15. Pernos de sujeción de las vigas principales.

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

El proceso del cálculo de los pernos de sujeción es el siguiente:

1. Partir del Peso Total que soportarán los pernos: 390.74kg o 859.628lb, se debe considerar el peso de la puerta, peso del sistema de apertura y cierre de la puerta y peso de la estructura principal.
2. Según el diseño (ver figura 15) y en base a los criterios de ingeniería se estipula que cada una de las placas de 8mm de espesor deben llevar 4 pernos para unir los dos módulos de la estructura principal.

Estructura, para cálculo de pernos.

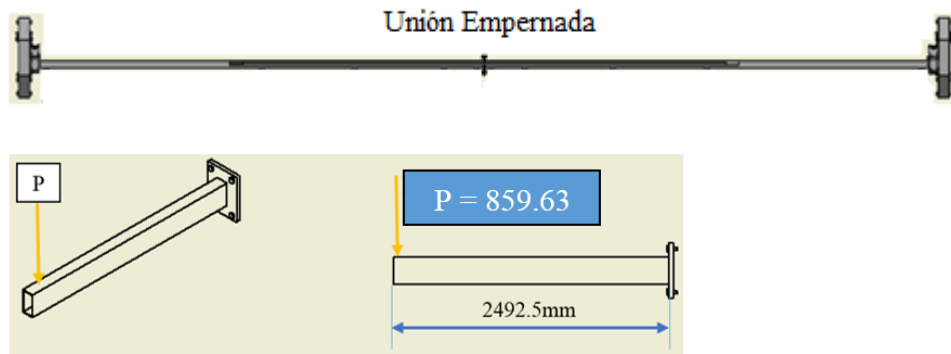


Figura 16. Esquema para análisis de los pernos

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

3. Determinar por simetría el centroide de la placa de sujeción.

Diagrama centroide de placa.

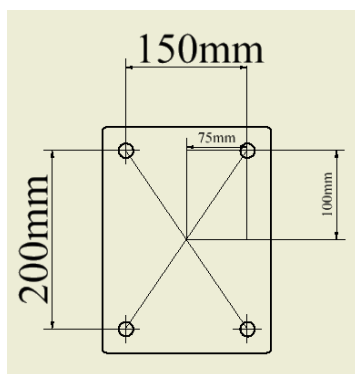


Figura 17. Centroide de la placa

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Diagrama de cuerpo libre

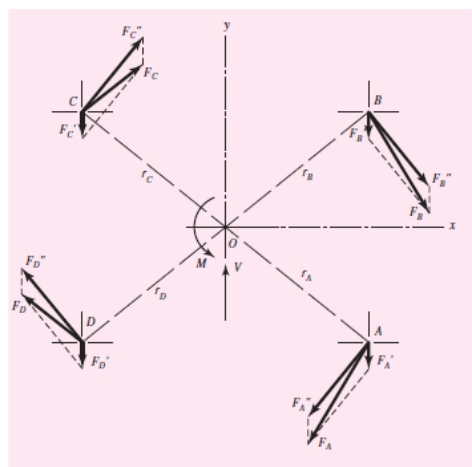
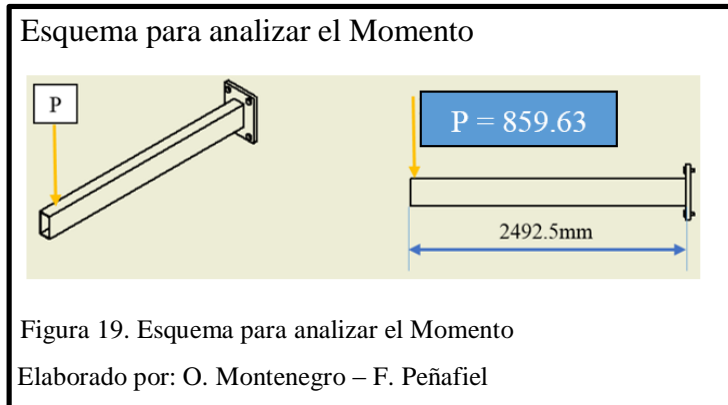


Figura 18. Diagrama de Cuerpo Libre Reacción Cortante V Momento M

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Las reacciones en cortante V , pasan por el punto O y las reacciones de momento M serán respecto al punto O .

$$V = 429.81 \text{ lb}$$



$$M = P * a$$

Ecuación 6

Donde:

$M = \text{Momento}$

$P = \text{Peso (lb)}$

$a = \text{Longitud (")}$

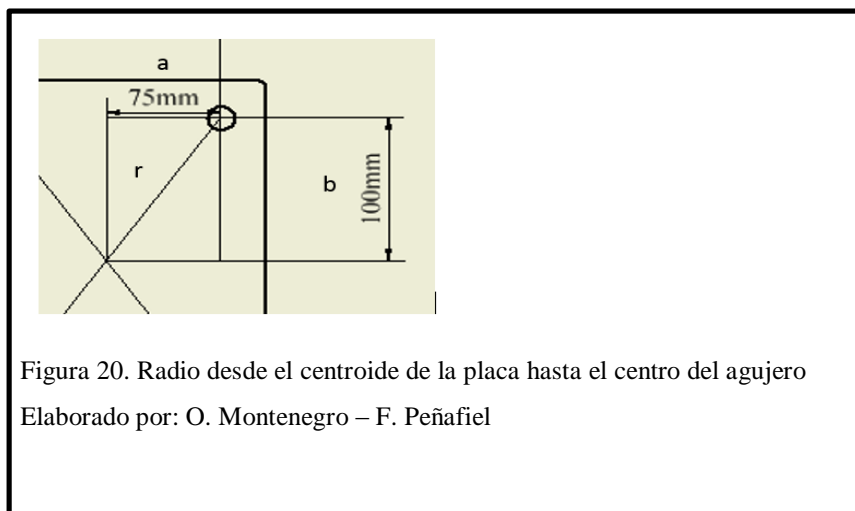
$$M = P * a$$

$$M = 859.63 \text{ lb} \times 98.13"$$

$$M = 84355.49 \text{ lb.pulg}$$

4. Determinar el Radio desde el centroide hasta el centro de un agujero para el perno.

Radio desde el centroide de la placa



Determinamos mediante Pitágoras del radio en pulgadas

$$a = 75\text{mm} = 2.95''$$

$$b = 110\text{mm} = 4.33''$$

$$r = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Ecuación 7

$$r = \sqrt{2.95^2 + 4.33^2}$$

$$\mathbf{r = 5.24''}$$

5. Determinar la carga cortante primaria

Por tal motivo el peso de 859.63lb. Se divide para los 4 pernos de sujeción

$$f' = \frac{P}{\#de\ pernos}$$

Ecuación 8

Donde:

$$f' = \text{Carga Cortante Primaria}$$

$$P = \text{Peso en (lb)}$$

$$\#de\ pernos = \text{cantidad de pernos que se utilizan para la sujeción}$$

Por lo tanto

$$f' = \frac{859.63lb}{4\ pernos}$$

$$\mathbf{f' = 214.90lb/perno}$$

6. Determinar las fuerzas cortantes secundarias.

$$f'' = \frac{Mr}{\#pernos (r^2)}$$

Ecuación 9

Donde:

$$f'' = \text{Fuerzas cortantes secundarias}$$

$$M = \text{momento}$$

$$r = \text{radio desde el centroide}$$

$$\#pernos = \text{número de pernos que se utilizan}$$

$$f'' = \frac{Mr}{\#pernos (r^2)}$$

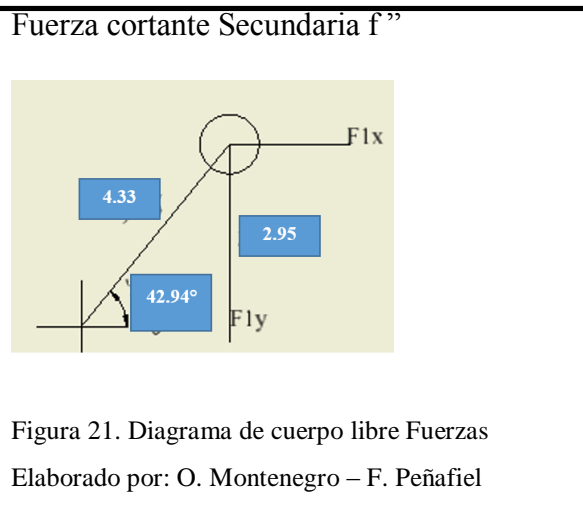
$$f'' = \frac{M}{\#pernos (r)}$$

$$f'' = \frac{84355.49}{(4)(5.24)}$$

$$f'' = 4024.59lb$$

7. Descomposición de las fuerzas cortantes secundarias en sus componentes X-Y

Descomposición de Fuerzas Secundarias X-Y



$$\text{Sen } \alpha = \frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$$

Ecuación 10

$$\text{Sen } \alpha = \frac{2.95}{4.33}$$

$$\text{Sen } \alpha = 0.681$$

$$\alpha = 42.94^\circ$$

$$F1x = f''(\text{sen} \alpha)$$

Ecuación 11

$$F1x = 4024.59lb (\text{sen } 42.94)$$

$$F1x = 2741.67lb$$

$$F1y = (f''(\text{cos} \alpha)) + f'$$

Ecuación 12

$$F1y = 4024.59lb(\text{cos} 42.94) + 214.90lb$$

$$F1y = 3161.17lb$$

Fuerza Resultante

$$f_{resultante} = \sqrt{(F1x)^2 + (F1y)^2}$$

Ecuación 13

$$f_{resultante} = \sqrt{(2741.6)^2 + (3161.17)^2}$$

$$f_{resultante} = 4184.46lb$$

8. Seleccionar el tipo de material del perno

- ASTM A325 con un $\tau = 75000 \text{ lb/pulg}^2$

9. Determinar el área o la sección del perno

$$\tau = \frac{f_{resultante}}{A}$$

Ecuación 14

De la ecuación 14 despejamos el Área.

$$A = \frac{f_{resultante}}{\tau}$$

Ecuación 15

$$A = \frac{4184.46lb}{75000lb/pulg^2}$$

$$A = 0.05579pulg^2$$

10. Determinar el diámetro del perno.

$$A_{Circunferencia} = 4\pi d^2$$

Ecuación 16

Despejamos el diámetro

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Ecuación 17

$$D = \sqrt{\frac{4(0.05579pulg^2)}{\pi}}$$

$$D = 0.2665pulg$$

$$D = 0.3766pulg \frac{25.4mm}{1pulg}$$

$$D = 6.76mm$$

Fuente: (G.Budynas & Nisbett, 2008)

Considerando que se analizó la mitad de la viga, por lo tanto para seleccionar un perno adecuado para sujetar las vigas principales se debe duplicar el diámetro teórico.

$$D_{\text{Real}} = 2 \times D_{\text{teórico}}$$

$$D_{\text{Real}} = 2 \times 6.76 \text{ mm}$$

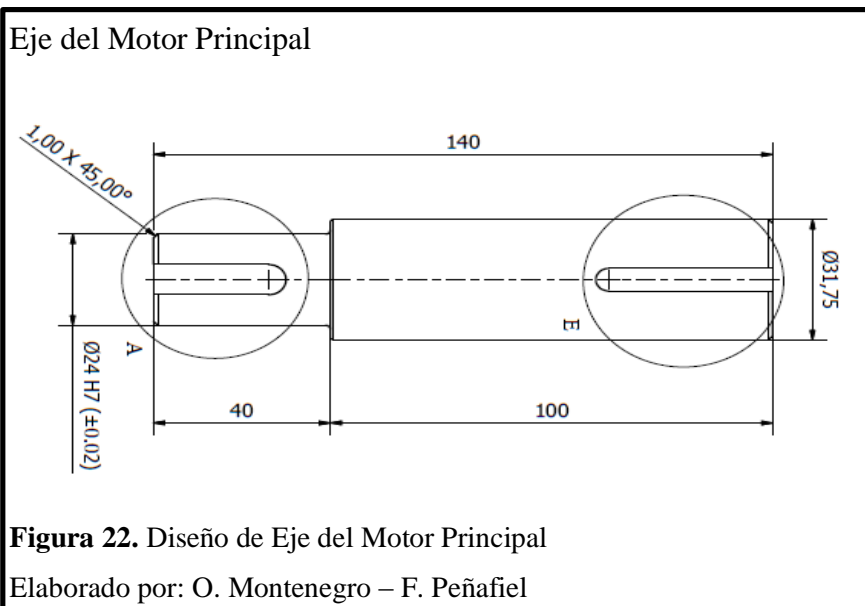
$$D_{\text{Real}} = 13.54 \text{ mm}$$

Corresponde a un Perno Milimétrico DIN/ISO M 14 con paso de 2mm, con grado ASTM A325 (Ver Anexo 2.)

3.2.4 Diseño del eje del motor central

El sistema Backing Gate posee un sistema central para abrir y cerrar la puerta.

Mediante la inversión de giro de un motor bifásico, el cual por medio del eje central, transmite el movimiento hacia los tambores.



3.2.4.1 Selección del material

Por sus características mecánicas se selecciona el acero AISI 4340, diseñado para soportar altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes, como tracción, torsión, flexión.

Este acero es empleado para la fabricación de ejes para hélices, barras de torsión ejes de leva, ejes de bombas, entre otras. Debido a su composición química, este acero aleado (Cr-Ni-Mo) es ideal para un trabajo en ciclos como el que brinda el sistema Backing Gate. (BÖHLER DEL ECUADOR S.A., 2005)

3.2.4.2 Cargas y Momentos presentes en el Eje del motor central mediante Inventor 2015

Tabla 10.

Datos del Material Seleccionado

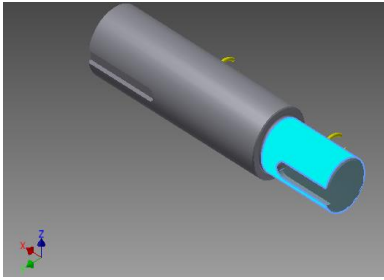
Name	Steel 4340	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	80,7692 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0,000012 ul/c
	Thermal Conductivity	56 W/(m K)
	Specific Heat	460 J/(kg c)
Part Name(s)	Eje Motor Central	

Nota: los datos son Obtenidos del Software (INVENTOR 2015)

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Una vez incluidas las cargas asignadas para el eje del motor, el software nos indica los siguientes resultados

Momento 1 en la Lado A

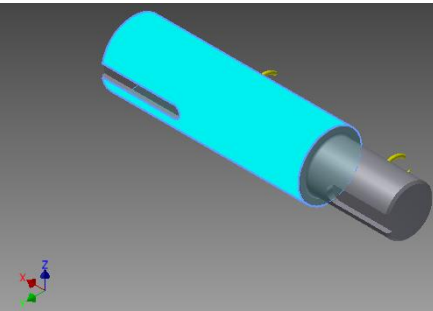


Load Type	Moment
Magnitude	75500,000 N mm
Vector X	-75500,000 N mm
Vector Y	0,000 N mm

Figura 23. Resultados del Momento en la Lado A

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Momento 2 Lado B



Load Type	Moment
Magnitude	75500,000 N mm
Vector X	-75500,000 N mm
Vector Y	0,000 N mm

Figura 24. Resultados del Momento 2 en el lado B

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Tabla 11.

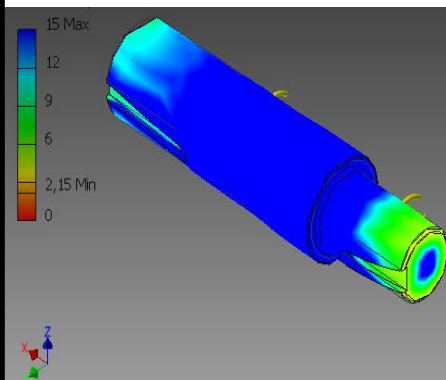
Momentos y reacciones

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:2	473,214 N	-11,6064 N	32,092 N m	25,6969 N m
		-6,10477 N		-19,2227 N m
		-473,032 N		-0,22998 N m
Fixed Constraint:1	541,573 N	11,5857 N	115,627 N m	112,547 N m
		0 N		26,5054 N m
		541,449 N		0,592923 N m

Nota: los datos son Obtenidos del Software (INVENTOR 2015)

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Esfuerzo principal del Eje.



Name	Minimum	Maximum
Volume	95978 mm ³	
Mass	0,753427 kg	
Von Mises Stress	0,251419 MPa	96,0786 MPa
1st Principal Stress	-1,91524 MPa	103,442 MPa
3rd Principal Stress	-103,732 MPa	1,57613 MPa
Displacement	0 mm	0,0100342 mm
Safety Factor	2,15449 ul	15 ul

Figura 25. Resultado de Esfuerzo Principal del Eje.

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

3.2.5 Diseño del sistema de arrastre piñón cadena.

Sistema Motriz del Carro de Arrastre

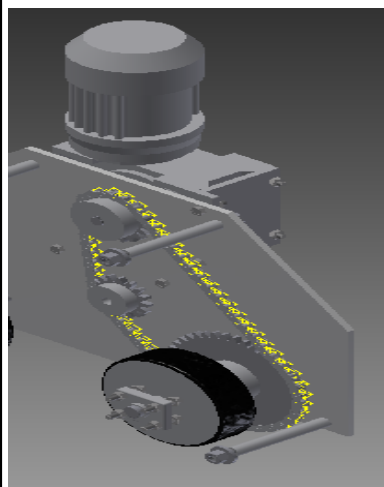


Figura 26. Esquema del sistema Motriz del Carro de Arrastre

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

3.2.5.1 Cálculo del Avance de la Puerta por minuto teórico

Según Villena Fernández & Jiménez Ruiz, (2002), 1 vaca debe ocupar un promedio de 1.8m²de superficie. Por lo tanto cuando se desplaza en forma lineal 1.8m, es decir la puerta debe recorrer 1.8m. El tiempo que debe emplear es 28s.

$$Avance = \frac{\text{distancia desplazada}}{\text{tiempo empleado}}$$

Ecuación 18

$$Avance = \frac{1800mm}{28s}$$

$$Avance = \frac{64.28mm}{s}$$

$$Avance = \frac{38.57mm}{s} \times \frac{60s}{1min}$$

$$Avance = \frac{3857.14mm}{min}$$

Lo que significa que en 1min. se debe avanzar 3857.14mm

3.2.5.2 Avances por revolución de las ruedas seleccionadas

Ruedas NN de 6 pulgadas

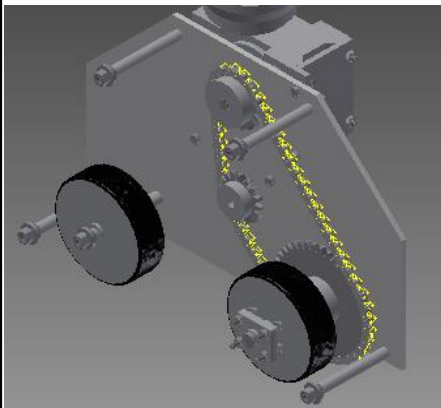


Figura 27. Esquema de las ruedas NN de 6"

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Las ruedas para los carros móviles que se seleccionaron con 8 ruedas de 6" de diámetro lo cuales soportan 90kg que multiplicando por todas las ruedas nos entregan un soporte 720kg suficiente para los 390.28kg de la estructura. (Ver Anexo 3)

Calculo del avance en una revolución

$$\Phi = 6'' = 152.4\text{mm.}$$

$$\text{Perimetro} = \pi \cdot d$$

Ecuación 19

$$\text{Perimetro} = \pi(152.4\text{mm})$$

$$\text{Perimetro} = 478.76\text{mm}$$

Por lo tanto cuando una rueda cumple una revolución avanza 478.76mm.

3.2.5.3 Calculo de las revoluciones necesarias para el avance de 478.7mm

Si:

$$\frac{x}{s}(478.7\text{mm}) = 3857.14 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Ecuación

20

Donde

X = Son las revoluciones que se necesitan para el avance de los carros móviles.

Por lo tanto

$$x = \frac{2314.2 \frac{\text{mm}}{\text{min}}}{478.7\text{mm}}$$

$$X = 8.06\text{rev/min}$$

Lo que significa que se necesita un avance de 8.06RPM de avance para los carros móviles.

3.2.5.4 Calculo del Motor de arrastre para los carros móviles.

Motor de ¼ Hp con el sistema piñon cadena

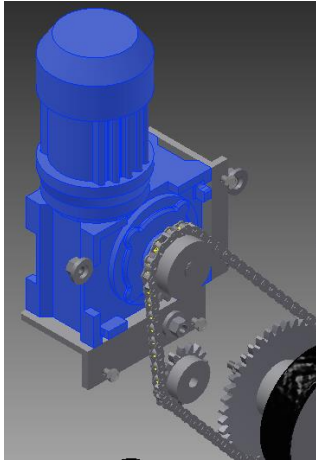


Figura 28. Diagrama del Motor ¼ Hp
Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Calculo del Par necesario para movilizar el Sistema Backing Gate

$$T = \frac{Hp(716)}{RPM}$$

Ecuación 21

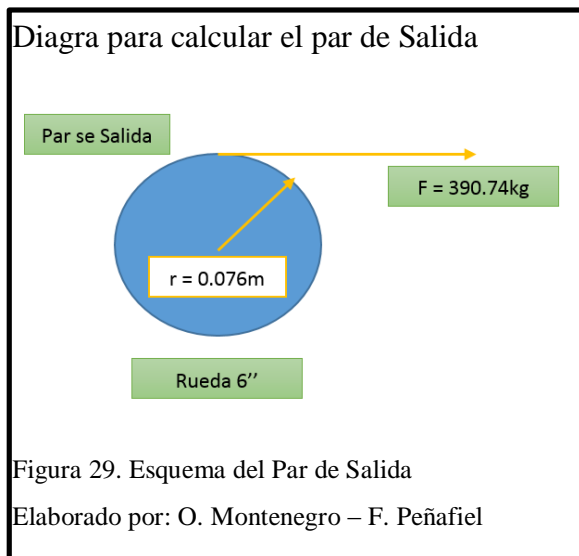
Donde

- T = Par de salida (Kg-m)
- HP = potencia del Motor
- 716 = coeficiente de transformación
- RPM = revoluciones por minuto, del análisis se obtiene que el sistema Backing Gate necesita 8.06RPM

Calculo del “T” Par de Salida

$$T = Fxd$$

Ecuación 22



Donde

- T = Par de Salida (kg-m)
- F = peso total del sistema a Backing Gate (kg)
- d = distancia del centro de giro (m), en este caso es el radio de la rueda seleccionada.

$$T = 390.74kg \cdot 0.076m$$

$$T = 29.77kg \cdot m$$

Por lo tanto:

$$29.74kg \cdot m = \frac{Hp(716)}{8.06RPM}$$

Despejamos

$$HP = \frac{29.74(8.06)}{716}$$

$$HP = 0.33 hp$$

Transformamos a kW

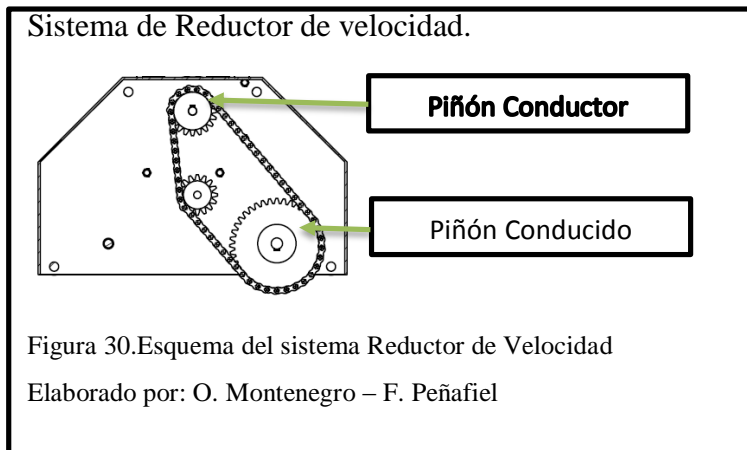
$$HP = 0.33 hp \frac{0.745kW}{1hp}$$

$$HP = 0.24kW$$

Fuente: (Larburu, 2004)

Debido al diseño del Sistema Backing Gate, se utilizará 2 motores por tal motivo, la Potencia Calculada de 0.24kW, se divide para 2, lo que genera que la potencia real que necesitamos es de 0.12kW.

3.2.5.5 Calculo del Número de dientes de las ruedas de transmisión



Datos

Potencia del motor = 0.186kW

Vida del motor = 15000h

RPMmotor = 17

RPMpuerta = 8.06

Relación transmisión

$$\frac{RPM \text{ motor}}{RPM \text{ puerta}} = \frac{17}{8.06} = 2.1$$

Según el catálogo de con esta relación de transmisión podemos escoger un juego de dientes $Z1 = 21$; $Z2 = 38$

Relación de transmisión

$$r = \frac{Z2}{Z1} = \frac{38}{21} = 1.81$$

En el momento de la construcción, disponibilidad en el mercado y por el tipo de trabajo se seleccionando $Z1 = 20$ y $Z2 = 40$.

Potencia Corregida

$$Pc = K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * P$$

Ecuación 23

Donde

Pc = Potencia Corregida

P = potencia del motor en kW, es 0.186kW.

K1 = Coeficiente en relación a la rueda conductora 19/Z1

$$K1 = \frac{19}{20} = 0.95$$

K2 = Coeficiente de Multiplicidad en relación a la cadena que se utiliza, se asume por principio una cadena simple = 1

K3 = Coeficiente relacionado con el número de eslabones de la cadena, se asume una cadena de 120 eslabones, por lo que el valor del coeficiente es 1.

K4 = Factor de servicio, ya que el motor va estar sometido a frecuentes arranques de clasifica en el grupo de *Choque Leve* y que además la carga de servicio será uniforme el factor de servicio corresponde a 1.10.

K5 = coeficiente vida útil de la cadena, se considera según catálogo las 15000horas de vida útil del motor, por lo que el valor q se considera según diagramas es 1.

$$Pc = 0.95 * 1 * 1 * 1.10 * 1 * 0.186$$

$$Pc = 0.19437kW$$

Fuente (Larburu, 2004)

La potencia corregida nos ayuda para determinar la cadena selección de la cadena.

3.2.6 Diseño del Cable de Arrastre para levantar y cerrar la puerta

De acuerdo a los ciclos de trabajo del sistema Backing Gate se estipulas las siguientes consideraciones.

- Grupo II. Cables sometidos a cargas totales y servicios normales.
 - Un coeficiente de seguridad 7

Calculo del diámetro

$$d = k\sqrt{T}$$

Ecuación 24

Donde:

- T = Carga total, que está sometido el cable = $n \times \text{peso de la puerta}$
- k = Coeficiente, para el grupo II 0.34
- $n = 0.95$ rendimiento por rozamiento

$$T = \frac{1}{0.95} (60.82kg)$$

$$T = 64.02kg$$

Por lo tanto:

$$d = k\sqrt{T}$$

$$d = 0.34\sqrt{64.02}$$

$$d = 2.72mm$$

3.2.7 Diseño de Tambores de Enrollamiento.

El sistema para levantamiento y cierre de la puerta del equipo Backing Gate, depende de 2 tambores de arrastre en los cuales se enrolla el cable metalico y permiten el moviliento de la puerta.

Esquema de Ubicación de los tambores de arraste

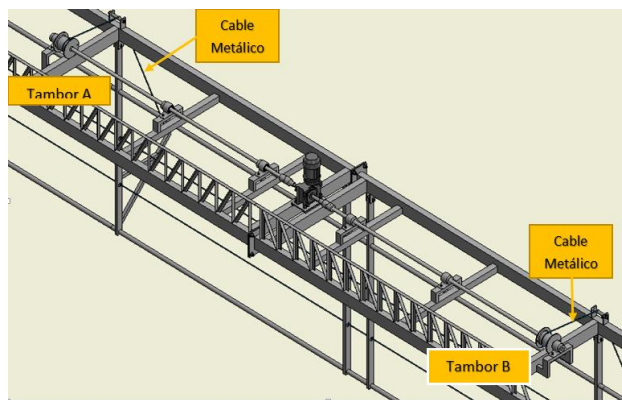


Figura 31. Esquema Ubicación del Tambor A-B

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Calculo del diámetro de los tambores

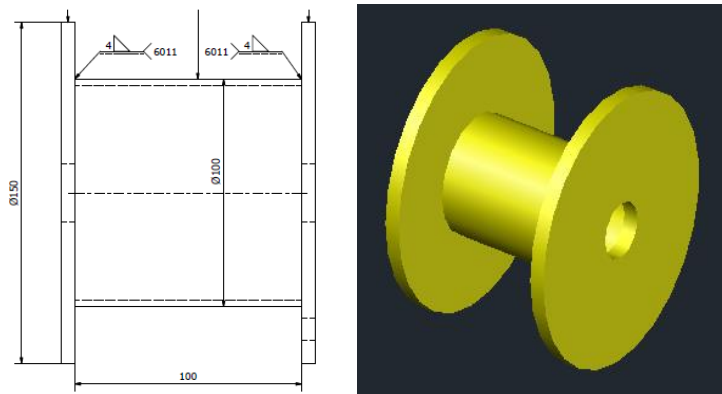


Figura 32. Tambor de enrollamiento

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Calculo del diámetro de los tambores y diámetro de las tapas.

$$D = s\sqrt{T}$$

Ecuación 25

Donde

- D = Diámetro del tambor
- s = es el coeficiente de seguridad, para el grupo II corresponde 7
- T = Carga real

Por lo tanto:

$$D = s\sqrt{T}$$

$$D = 7\sqrt{64.02}$$

$$D = 56mm.$$

Calculo del diámetro de las tapas de los tambores

$$dT = 2.5 \times D$$

Ecuación 26

Donde

- dT = Diametro de las tapas del tambor.
- D = Diámetro del tambor

Por lo tanto:

$$dT = 2.5 (56)$$

$$D = 140mm.$$

Fuente: (Larburu, 2004)

Analizando los resultados, en el caso del tambor se decide considerar un diámetro mayo, ya que para el cálculo del motor de accionamiento, mientras mas grande es el tambor se incrementa el Par de torsión y por ende se selecciona un mejor motor.

Por lo tanto se considera materiales normalizados a nivel nacional, en el caso del tambor un diámetro 100mm y 150mm para las tapas del tambor.

3.2.8 Calculo de soldadura sistema Backing Gate

Para la fabricación del sistema BACKING GATE se determinó que el procedimiento de SOLDADURA EN ÁNGULO con unión a TOPE EN “T” es el más óptimo para este caso.

Se llegó a determinar este método de soldadura debido a que las juntas que se van a unir no necesitan de una preparación previa al proceso de unión con material de aporte.

Es necesario recalcar que el proceso de soldadura se va a realizar mediante cordones seguidos y soldadura a TOPE CON PENETRACION COMPLETA motivo por el cual se puede evitar realizar el cálculo de la resistencia de la soldadura simplemente rigiéndonos al máximo esfuerzo permisible del menor de los materiales que vamos a

unir. A pesar de estas indicaciones se procederá a realizar los cálculos de la resistencia del cordón de soldadura para el sistema BACKING GATE.


Tipo de Soldadura		
Tipo de soldadura	Tipo de unión	
	Unión a tope	Unión a tope en T
Soldadura en ángulo		

Figura 33. Soldadura en T

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

Datos

- Espesor de la placa=8mm
- Tipo de electrodo=alambre mig indura AWS ER 70S/6
- Resistencia a la tracción del metal de aporte=520MPa
- Carga a tensión=1591.2 Kg/cm²

Tamaño máximo de la soldadura

Ecuación 27

$$\text{tamaño máximo de la soldadura } (dl) = t_{alma} - 1/16$$

$t_{\text{maxperfil}}$ = espesor maximo del perfil

$$\frac{1}{16} = \text{constante}$$

$$dl = 8 - 1,587$$

$$dl = 6,5mm$$

Tamaño mínimo de la soldadura

Ecuación 28

$$\text{tamaño mínimo de la soldadura } (dl) = t_{alma} - 1/16$$

$t_{\text{minimo perfil}}$ = espesor minimo del perfil

$$\frac{1}{16} = \text{constante}$$

$$dl = 3mm - 1,58mm$$

$$dl = 1,41mm$$

Espesor de la garganta efectiva (t_e).

Ecuación 29

$$t_e = 0,707 * dl$$

dl = tamaño máximo de la soldadura.

$$t_e = 0,707 * dl$$

$$t_e = 0,707 * 6,5mm$$

$$t_e = 4,59mm$$

Capacidad de resistencia de soldadura por pulgada.

Ecuación 30

$$Cap = t_e * F_v$$

t_e = Espesor de la garganta efectiva

F_v = Esfuerzo cortante de la soldadura ($0,3 * 5304kg/cm^2$)

$$Cap = 0,46cm * 1591 kg/cm^2$$

$$Cap = 731kg/cm$$

3.3 Selección de componentes

3.3.1 Selección del Motorreductor Ortogonal de ¼ Hp

Motorreductor ortogonal de ¼ Hp



Figura 34. Motor ¼ Hp

Elaborado por: O. Montenegro – F. Peñafiel

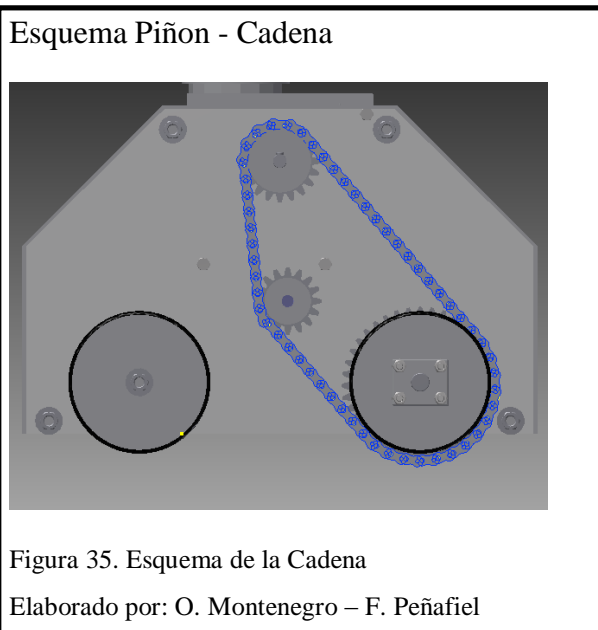
La selección del motor se lo realizo en base a los siguientes cálculos:

- Peso a movilizar = 390.28kg,
- Torque Necesario = 29.77 kg-m

- Potencia Necesaria = 0.33 Hp.

Para el avance y retroceso del sistema Backing Gate se utilizarán 2 motores de 1/4 Hp o 0.186kW con reductor de velocidad que entrega un Par de 107Nm y 17rpm de salida, y 0.14 de Potencia nominal de salida. (Ver Anexo 4).

3.3.2 Selección del tipo de cadena



Con los siguientes datos:

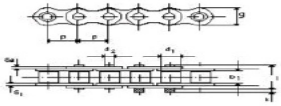
- Potencia corregida = 0.19437kW
- Cadena Simple
- Velocidad de giro del piñón = 0.07m/s
- Peso de la puerta 60kg.
- Paso 12.7mm

Con la ayuda del software y en base a los parámetros calculados procedemos a seleccionar la cadena adecuada

Tabla 12.

Parámetros de para seleccionar la cadena.

RENOLD


Chain Drive Calculation - 02-Feb-2016			
Company: UPS			
Address: QUITO			
Contact: O.Montenegro F. Penafiel			
Chain: ANSI 40 (ISO 606) Simplex Renold Synergy			
Serial Number: GY40A1			
Chain Data			
Pitch:	p = 12.700 mm	Height:	g = 11.20 mm
ISO Breaking Load:	Fb = 13900 N	Inner Plate Thickness:	si = 1.50 mm
Inner Width:	b1 = 7.85 mm	Outer Plate Thickness:	sa = 1.50 mm
Roller Diameter:	d1 = 7.92 mm	Pin Length:	l = 16.40 mm
Pin Diameter:	d2 = 3.97 mm	Connecting Pin Ext.:	k = 2.10 mm
Mass:	q = 0.60 kg/m	Bearing Area:	f = 0.44 cm ²
			
Loading Condition			
Input Power:	P = 0.09 kW	Input Speed:	n1 = 17.40 rpm
Torque:	T = 51.00 Nm	Static Force:	F = 1261 N
Chain Linear Velocity:	v = 0.07 m/s	Centrifugal Force:	Ff = 0.00 N
Bearing Pressure:	Pr = 28.67 N/mm ²	Dynamic Force:	Fd = 1261 N
Chain Safety Factors:	Static: 11.02 Dynamic: 11.02	Total Force:	Fg = 1261.49 N

Nota: Selección de Cadena mediante programa (RENOLD, 2016)

Fuerzas que soporta la Cadena

Chain Details

Input Power:	P = 0.093 kW	Pitch:	p = 12.7 mm
Input Speed:	n = 17.4 rpm	ISO Breaking Load:	Fb = 13900 N
Chain Linear Velocity:	v = 0.1 m/s	Bearing Pressure:	pr = 28.67 N/mm ²
Torque:	T = 51 Nm	Bearing Area:	f = 0.44 cm ²
Static Force:	F = 1261.5 N	Weight:	q = 0.6 kg/m
Dynamic Force:	Fd = 1261.5 N	Chain Length:	l = 965.2 mm
Centrifugal Force:	Ff = 0 N	Centre Distance:	a = 279 mm
			a.err = 289.272472
Total Force:	Fg = 1261.5 N	Number of Links:	X = 76
			Chain Tensioner Required
Chain Safety Factors:	static = 11 dynamic = 11		




ANSI 40 (ISO 606) Simplex

Serial Number: **GY40A1**

The working life of the chain is greater than 30000 hours.

After this time:
The chain will reach 3% elongation.

Download result as PDF

 Download

Chain Drive

Sprocket	Driving (Z1)	Driven (Z2)	
Number of Teeth:	20	40	Ratio: i = 2
Pitch Circle Diameter:	81.184 mm	161.868 mm	
Loading Classification:	Smooth Running	Smooth Running	

Environment Conditions

Environment Conditions:	Indoor, Normal
Service Conditions:	Inadequate lubrication (relative to lubrication)
Recommended Lubrication:	Manual Lubrication

Figura 36. Ficha técnica de la Cadena

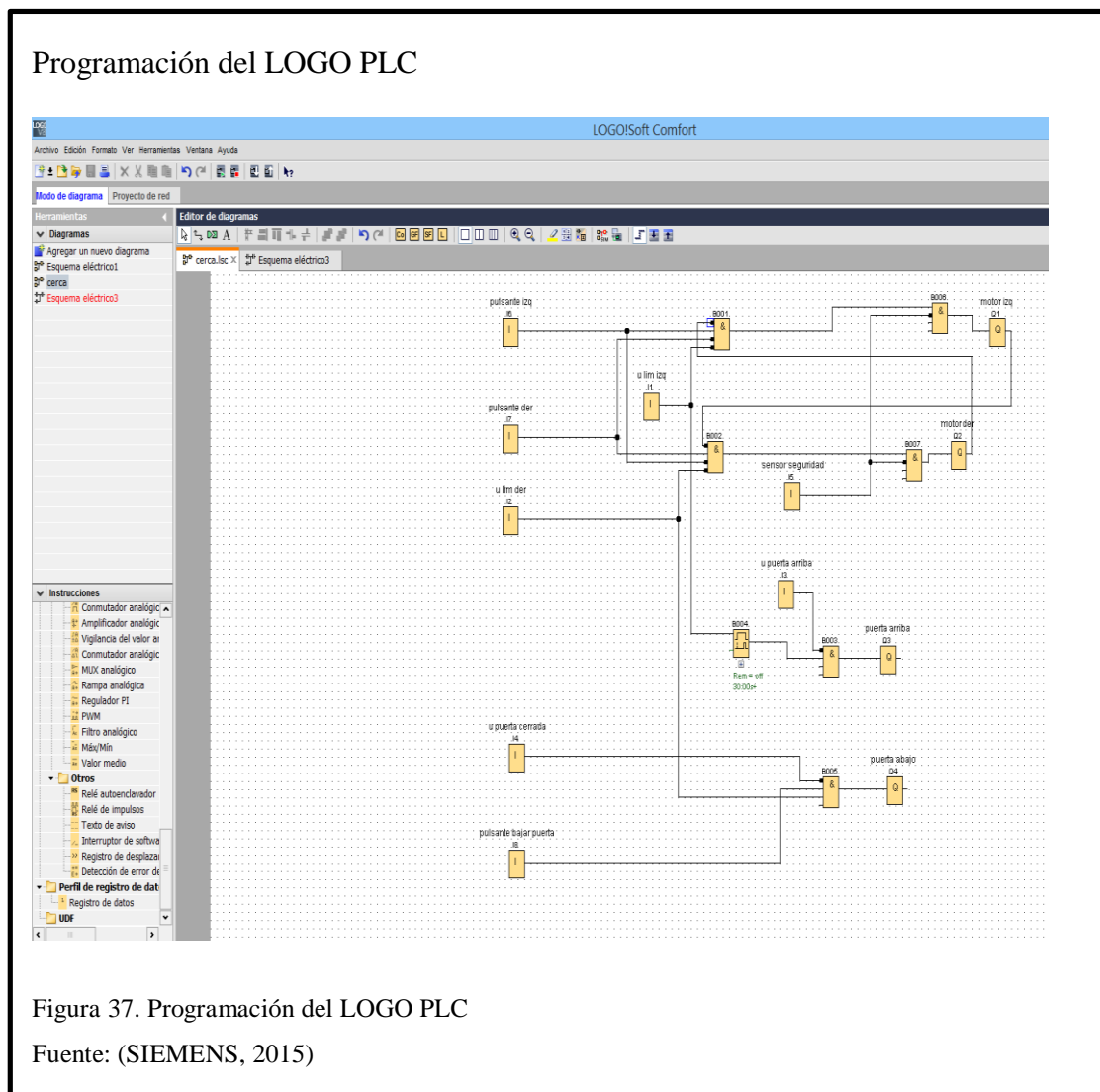
Fuente: (RENOLD, 2016)

3.3.3 Cable de arrastre.

Con el valor del diámetro del cable calculado, $d \approx 3\text{mm}$, se procede a buscar la mejor opción en la industria local. Siendo así el cable de acero galvanizado de 6.5mm, con un resistencia a de los alambres de 130kg/mm^2 y una resistencia a la Rotura de 1860kg. (ver Anexo 5)

3.3.4 Elementos del Sistema Eléctrico

Para seleccionar todos los elementos del sistema eléctrico partimos la simulación de la programación del LOGO PLC, en el cual se estipulan todos los accesorios para que funcione el programa, para la programación se utiliza el programa LOGOSoft-Confort.



Equivalencias en la Programación

I1	micro 1	limite izquierda
I2	micro 2	limite derecha
I3	micro 3	limite puerta arriba
I4	micro 4	limite puerta cerrada
I5	pulsante izquierda	
I6	pulsante derecha	
I7	pulsante baja puerta	

Ubicación de los micros y pusadores



Figura 38. Posición de micros y pulsadores

Elaborado por: O. Montenegro – Freddy Peñafiel

Funcionamiento de la programación del Sistema Backing Gate

- El micro 1 detecta el carro móvil en el momento de avance, detiene el carro y abre la puerta con un tiempo de espera de 30 segundos y comienza su retorno.
- Con I6 se retorna la riel y no se puede bajar la puerta esta se encuentra bloqueada.
- Con I7 regresa la estructura principal.
- Al Llegar al final derecha el micro 2 detiene la estructura principal.
- Solo a la derecha se habilita I8 para bajar manualmente la puerta
- Los micros 3 y 4 limitan la apertura y cierre de la puerta

Capítulo 4

Análisis de costos

4.1. Antecedente

En este capítulo se analizará el costo final que involucra el diseño, fabricación e instalación de un Prototipo Semiautomático Backing Gate de 10m para Movilizar Ganado de Ordeño, en base a todos los materiales y elementos necesarios.

Una ventaja al ser un modelo Ecuatoriano con alto valor agregado, es la disponibilidad de diversos proveedores ofreciendo una variedad de insumos tanto locales como importados, así como repuestos en caso de mantenimiento y servicios como galvanizado por inmersión en caliente, entre los cuales destacamos DIPACMANTA, BKB, ACEROS HUGO GUERRERO, TORNIPERNO, GALVANORTE, DISMAHIERRO, RUEDAS Y GARRUCHAS, entre otros.

Es necesario tener en cuenta que los costos de fabricación, directos e indirectos, son todos aquellos recursos que son recuperables, entre ellos tenemos materia prima, mano de obra y las variables que interviene en el proceso de fabricación e instalación del bien, para que cumpla su objetivo. (Villalobos, 2005)

4.2. Costos Directos

Se advierte que los costos directos para la fabricación de un sistema Backing Gate de 10m se encuentra detallados en cada uno de los siguientes grupos:

- Materiales directos de producción
- Mano de obra directa de producción
- Equipos de producción
- Servicios especiales
- Montaje de sistema Backing Gate

4.2.1. Materiales Directos

Se considera material directo a toda la materia prima e insumos que ingresan en el sistema Backing Gate, considerando su costo unitario y su costos total.

El desglose de los materiales se describe en base a las 4 partes principales:

- Fabricación de la Puerta
- Fabricación de la Estructura Principal.
- Fabricación del sistema motriz Levantamiento y Cierre de la Puerta
- Fabricación del Sistema Motriz Avance y Retroceso del Sistema
- Programación e Instalación del Sistema Eléctrico

Tabla 13.

Materiales utilizados en la fabricación de la Puerta

Elemento	Material	Dimensiones Brutas	Cant.	Longitud Total	Valor Longitud	Valor Final
				m	(\$/m)	(\$)
Parantes principales	Tubo rectangular 25x50x2	1600x25x50	6	9,60	1,89	18,14
Tubería Principal	Tubo Redondo 1-1/4 x2	5036xφ1-1/4"	2	10,07	1,27	12,79
Tubería Secundaria	Tubo Redondo 1-1/4 x2	2320xφ1-1/4"	4	9,28	1,27	11,79
Cable Metálico	Cable Metálico 1/4x - 130kg/mm ²	1000xφ1/4"	2	20,00	3,60	72,00
Orejas	Platina de 50x8	60x50x8	12	0,96	5,00	4,80
Pasador Aletas	Acero	φ4x40	12	N/A	0,10	1,20
Pasadores	Barra Redonda /Lisa 12,5mm	70xφ12,5	6	0,36	1,52	0,55
Brazo Elevador	Tubo Cuadrado 25x2	25x25x1000	2	3,13	1,89	5,92
					Subtotal	127,18
					Iva 12%	15,26
					Total	142,45

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción de la Puerta.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñafiel

Tabla 14.

Materiales utilizados en la fabricación de la Estructura Principal

Elemento	Material	Dimensiones Brutas	Cant.	Longitud Total	Valor Longitud	Valor Final
				m	(\$/m)	(\$)
Viga Principal	Tubo Rectangular 100x50x3	4995x100x50	4	20,0	5,36	106,99
Viga Transversal	Tubo Rectangular 100x50x3	1000x100x50	6	6,0	5,36	32,16
Cerchas	Angulo 20x2	5550x300	5	30,0	1,33	39,90
Pernos y tuercas de unión	Acero Inoxidable	M12x45	8	N/A	1,2	9,60
Placas de Unión	Planchas acero A36ES	250x200x8	4	N/A	7,6	30,24
					Subtotal	218,89
					Iva 12%	26,27
					Total	245,15

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción de la Estructura Principal.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

Tabla 15.

Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Motriz Apertura y Cierre de la Puerta

Elemento	Dimensiones	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Chumaceras de Piso	d = 1 1/4"	6	9,49	56,94
Soportes "U" para Chumaceras	25x50x2	4	1,89	7,56
Soporte "L" para Chumaceras	25x50x2	2	1,89	3,78
Pernos sujeción chumaceras	M12x40	12	0,45	5,40
Motorreductor 1/2HP Levantamiento de puerta	1/2HP	1	417,60	417,60
Eje de arrastre (kg)	2500x 1 1/4"	37,86	1,89	71,56
Tambores	150x100	2	15,00	30,00
Cable Metálico	5xφ 1/4"	10	3,60	36,00
Lovejoy	N100	2	90,72	181,44
Prisioneros	M4x10	8	0,13	1,04
Acoples Ejes potencia y chaveta	φ31,75x300	2	20,00	40,00
Soporte Motor Central				
Base	20x40x2	1	1,89	1,89
Placa	150x200x6	1	7,60	7,60
Guía de Cable				
Perno truerca y arandela	M14x140	2	2,80	5,60
Platina (m)	80x50x8	0,16	5,00	0,80
Bronce	φ22x100	2	14,95	29,90
			Subtotal	897,11
			Iva 12%	89,71
			Total	986,82

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción del sistema de apertura y cierre de la puerta

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

Tabla 16.

Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Motriz Avance y Retroceso

Elemento	Dimensión	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Carro Porta Mecanismo	560x360x8	2	150	300
Piñón Z20	B20T	4	10,25	41
Piñón Z40	B40T	2	25,2	50,4
Motorreductores 1/4HP Arrastre	1/4HP	2	322,2	644,4
Cadena Paso 40 x 1/2	ANSI N40	2	20,68	41,36
Carro de Deslizamiento	560x360x8	2	80	160
Soportes para Motorreductores	100x50x8	4	3,3	13,2
Ruedas de Caucho	φ6"x2 NN 90Kg	8	13,45	107,6
			Subtotal	1357,96
			Iva 12%	162,96
			Total	1520,92

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción del sistema motriz de avance y retroceso.

Fuente: O. Montenegro y F.Peñañiel

Tabla 17.

Elementos utilizados en la fabricación del Sistema Eléctrico

Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Relé Inteligente LOGO	1	359,83	359,83
Pulsantes	4	4,5	18,00
Luz Piloto	2	4,5	9,00
Botonera 4 sitios	1	51,6	51,60
Gabinete	1	65	65,00
Misceláneos	1	50	50,00
Cable Aéreo (m)	30	6,5	195,00
Contactores	4	25	100,00
Sensores	2	85	170,00
		Subtotal	848,43
		IVA 12%	101,81
		Total	950,24

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción del sistema eléctrico

Fuente: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.2.2. Mano de Obra Directa

Se detalla los valores por hora que se cancela a un operario técnico, para un sistema

Backing Gate, se ocuparon 4 tipos de personal técnico:

- Soldador MIG con un valor por hora de \$15

- Soldador Arco Eléctrico con un valor por hora de \$12.50 (In Situ)
- Técnico Industrial para maquinas herramientas valor por hora \$8.50
- Técnico auxiliar general para montaje de la estructura valor por hora \$10

Tabla 18.

Costo de mano de obra

Clase de Operario	Tarifa /hora	Tiempo Utilizado (horas)	Total
Técnico Industrial	\$8,50	24	\$204,00
Soldador Arco Eléctrico	\$12,50	8	\$100,00
Soldador MIG	\$15,00	10	\$150,00
Técnico Auxiliar Mecánico	\$4,00	20	\$80,00
TOTAL			\$406,00

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la mano de obra utilizada en la fabricación e instalación del Backing Gate.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.2.3. Equipos de Producción

Se detalla los valores por hora que se cancela al utilizar las maquinas herramientas, para un sistema Backing Gate, se ocuparon 6 tipos de máquinas herramientas:

Tabla 19.

Costo de utilización de maquinaria

Máquina / Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$10,00	8	\$80,00
Torno	\$12,00	12	\$144,00
Mortajadora	\$8,00	4	\$32,00
Suelda MIG	\$15,00	10	\$150,00
Suelda Eléctrica	\$8,00	12	\$96,00
Cortadora plasma	\$8,00	4	\$32,00
Subtotal			\$534,00
IVA 12%			\$64.08
TOTAL			\$598,08

Nota: La tabla contiene el Precio Total de la construcción de la Puerta.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.2.4. Servicios Especiales

Por el hecho de funcionar en el exterior, el Sistema Backing Gate debe poseer una protección metalográfica, para evitar problemas de corrosión y desgaste de los

elementos metálicos, esta protección se consigue mediante el proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

Tabla 20.

Costo del Galvanizado por inmersión en Caliente

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Galvanizado por Inmersión en caliente			
Puerta (kg)	60,84	0,6	36,50
Estructura principal (kg)	205,28	0,65	133,43
Subtotal			169,93
IVA 12%			20,39
Total			190.32

Nota: La tabla contiene el Precio Total del costo del galvanizado en caliente para el sistema Backing Gate.
Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.2.5. Montaje del Sistema In Situ.

Debido a la longitud de 10m, y por el peso total de la estructura de 400kg, el montaje manual se descarta por completo, por tal motivo se debe alquilar un brazo mecánico el mismo que ahorra tiempo de instalación y protege al personal de montaje.

Tabla 21.

Costo del Alquiler de Brazo Mecánico

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Alquiler de 6 horas de Brazo Mecánico	1	210	184,80
Subtotal			\$184,80
IVA 12%			\$25,20
Total			\$210,00

Nota: La tabla contiene el Precio Total del costo del alquiler del brazo mecánico para la instalación In Situ del sistema Backing Gate.
Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.2.6. Costos Directos Totales

Tabla 22.

Costo Directos Totales

Rubro	Costos total
Materiales directos	\$3845,58
Mano de obra directa	\$406,00
Servicios especiales	\$190,32
Montaje In Situ	\$210,00
Total	\$4651,90

Nota: La tabla contiene el Valor Total de los Costos Directos

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.3. Costos Indirectos

4.3.1. Costos de materiales Indirectos

En el sistema Backing Gate se utilizaron materiales adicionales que se consideran como materiales indirectos ya que la cantidad utilizada no es exacta, ente ellos se destacan materiales de limpieza, equipos de seguridad y herramientas reutilizables.

Tabla 23.

Costo de Materiales Indirectos

Insumo	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total
Grasas Industrial	10	gramos	\$4,80	\$48,00
Guantes de Cuero	4	Pares	\$ 3,50	\$14,00
Gafas de seguridad anti impacto	3	unidades	\$ 4,00	\$12,00
Vidrios Transparentes para cascos de soldadura	8	unidades	\$ 0,20	\$1,60
Vidrios oscuros para casco de soldadura	5	unidades	\$ 0,80	\$4,00
Herramientas de ajuste	1	juego	\$23,00	\$23,00
Guaipes	50	unidades	\$ 0,05	\$2,50
Discos de Corte	15	unidades	\$ 5,00	\$75,00
Discos Flap	8	unidades	\$10,00	\$80,00
Bocas de 3/8	4	unidades	\$ 1,25	\$5,00
Electrodos Revestidos 6011	1	caja	\$60,00	\$60,00
			Total	\$325,10

Nota: La tabla contiene el Precio Total de los Materiales Indirectos utilizados en el sistema Backing Gate.

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.3.2. Costos de Diseño

El costo del Diseño del Sistema Backing Gate, se refiere al tiempo estimado para el diseño de cada uno de los elementos del conjunto, supervisión de la fabricación e instalación In Situ, el mismo que se llevará a cabo por personal de ingeniería o egresado de ingeniería, que posee con un sueldo promedio de \$750, el tiempo estimado de todo el proceso es de 3 meses, lo que nos da como resultado \$2250.

4.3.3. Costos Imprevistos

Se relaciona principalmente con los gastos que requiere el Sistema Backing Gate para:

- Movilización del personal,
- Costo de fletes internos,
- Costo de movilización montaje hacia la hacienda Santa Anita Latacunga,
- Alimentación en el proceso de instalación,
- Impresiones de planos, etc.

Se estima un valor de 300 USD.

4.3.4. Costos Indirectos Totales

Tabla 24.

Costo Indirectos Totales

Rubro	Costos total
Materiales Indirectos	\$325,10
Costos de Diseño	\$2250,00
Costos Imprevistos	\$300,00
Total	\$2875,10

Nota: La tabla contiene el Valor Total de los Costos Indirectos
Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

4.4. Costo total del Prototipo Sistema Backing Gate de 10m.

Tabla 25.

Costo Total Diseño, Fabricación e Instalación del Sistema Backing Gate

Rubro	Costos total
Costos Directos	\$4651.90
Costos Indirectos	\$2875,10
Total	\$7527,00

Nota: La tabla contiene el Valor Total que involucra:

Diseño, Fabricación e Instalación

Elaborado por: O. Montenegro y F. Peñafiel

4.5. Análisis Costo – Beneficio

La hacienda actualmente sin implementar el sistema Backing Gate produce anualmente 1561190 litros que generan un valor de \$468357.12 dólares.

Con la implementación de un sistema Backing Gate el cual genera un ahorro del 44% en el tiempo de ordeño de la leche, podemos evidenciar el siguiente análisis anual.

- 1 vaca rinde 16 litros por ordeño.
- El ordeño se realiza dos veces por día (Mañana – Tarde).
- 1 vaca entrega al día 32 litros de leche
- En la hacienda Santa Anita poseen 88 cabezas de ganado, por lo tanto al día producen 1408, en un tiempo estimado de 3 horas
- Análisis semanal 9856 litros, mensual 295680 litros y anual 3548160 litros.
- La hacienda vende el litro de leche a 0,30 ctvs por lo tanto al año genera: \$1'064.448 dólares.
- Promueve al crecimiento en la producción que oscila en \$596090,00 anuales equivalente al 60%.
- El sistema Backing Gate, participa en un 50% del proceso de producción. Por lo que corresponde una equivalencia de \$298045.44, equivalente al 30%.

El equipo Backing Gate presenta un costo inicial de \$7527.00, por el hecho que trabajará dos jornadas de 1.5 horas por día, es decir 3 horas al día, tiene una promedio de vida útil de 10años, al final de este tiempo se puede obtener como salvamento \$3845.58 que corresponde a los materiales directos.

Costos de mantenimiento anuales se estima un valor de \$800 y se estipula que el sistema Backing Gate,

La tasa mínima atractiva de retorno que tiene el equipo Backing Gate

$$TR = \frac{\text{Suma actual de inversion original}}{\text{Inversion Original}} \times 100\% \quad \text{Ecuación 31}$$

$$TR = \frac{3845.58 + 300}{7527.00} \times 100\%$$

$$TR = 55\%$$

$$\text{Flujo Efectivo neto} = \text{entradas de efectivo} - \text{salidas de efectivo} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$\text{Flujo Efectivo} = \$298045.44 - \$800$$

$$\text{Flujo Efectivo} = \$297245.44$$

Fuente: (Villalobos, 2005)

Se concluye que este será el flujo que la hacienda tendrá anualmente al instalar un Equipo Backing Gate

Calculo del VAN flujo del valor anual neto para un equipo Backing Gate.

$$VAN = -I + \frac{R[1-(1+i)^{-n}]}{i} \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

- I = Inversión inicial
- R = Flujo de Caja constante
- i = costo de rentabilidad que se da al proyecto
- n = número de periodos

$$VAN = -7527 + \frac{297245[1 - (1 + 298045)^{-10}]}{298045}$$

$$VAN = \$5769$$

Al ser un valor positivo al cabo de los 10 años se considera un proyecto viable.

- Con el análisis se demuestra que el equipo Backing Gate posee una Tasa de Interna de Retorno TIR del 55%, de la inversión inicial en el primer año.
- Al realizar el análisis VAN, se demuestra que la después de 10 años logramos obtener unos costos positivos que hacen que el proyecto sea viable

Capítulo 5

Análisis de Resultados

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento al Sistema Semiautomático Backing Gate de 10m para movilizar ganado de ordeño, se evidencia que el proyecto técnico arroja resultados favorables, en los siguientes aspectos: alternativa de diseño adecuada para el sector agroindustrial, factibilidad en la fabricación y optimización de recursos, se minimizó el tiempo de movilización de ganado, un ordeño más rápido, el sistema es amigable para los operarios de la hacienda.

5.1. Alternativa de diseño para el sector Agroindustrial.

Dentro del cambio de la matriz productiva que fomenta el gobierno central y la repotenciación de los sectores estratégicos a nivel nacional. Con este proyecto semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño, presentamos un diseño Ecuatoriano al sector agroindustrial, el mismo que brinda una solución tecnificada para optimizar el proceso previo al ordeño de ganado.

Adicionalmente fomentamos que las haciendas del Ecuador automaticen sus procesos previos al ordeño de ganado, lo que representa mayor eficiencia y mayor utilidad.

5.2. Factibilidad de fabricación y optimización de recurso.

Al finalizar el análisis de alternativas y un adecuado diseño de elementos fijos y motrices, se presenta como resultado un prototipo ecuatoriano semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño, económicamente accesible al sector agroindustrial, reduciendo costos 3 veces que modelos importado, generando así fuentes de empleo a nivel local y oportunidades de desarrollo y crecimiento para el sector lechero del país.

5.3. Ganado menos estresado “COW CONFORT”.

El funcionamiento del sistema semiautomático Backing Gates de 10m para movilizar ganado de ordeño, brinda las garantías necesarias que requiere las vacas antes de ingresar a la sala de ordeño, ya que está diseñado para agrupar al ganado respetando el espacio de $1,8\text{m}^2$ que recomiendan los manuales, así mismo el tiempo de 15min que necesita el ganado para descansar antes de iniciar la jornada de ordeño está completamente controlado por parte del operario.

Los elementos motrices utilizados para el avance y retroceso en el prototipo Backing Gate de 10m, están dentro del rango sonoro de 60dB- 70dB, cumpliendo con la recomendación de los manuales ya que el ruido óptimo para las vacas son sonidos que generen menos de 100pulsaciones por minuto y que el volumen sea menor de 80dB.

5.4. Menor tiempo de movilización de ganado.

El prototipo semiautomático Backing Gate de 10m, cumple con un avance de 1,8m en 28s, además de ser progresivo y despacio, cumple con el objetivo de ocupar el espacio físico que dejan las vacas al momento que ingresan al ordeño. Con ello se evita que el ganado se disperse por el campo mientras un grupo es ordeñado, se elimina el tiempo que el operario ocupa para ir a buscar nuevamente el ganado.

5.5. Optimización de tiempo en la etapa de ordeño.

Una vez que el prototipo semiautomático Backing Gate de 10m termina su ciclo de funcionamiento, entrega al operario, ganado que no ha sufrido maltrato antes de llegar a la fase de ordeño, lo que facilita que las vacas segregue oxitocinas las que relajan el cuerpo del animal y permite que el ordeño sea más rápido, se llega a reducir 3min por cabeza de ganado. Reduciendo el tiempo de ordeño he incrementado la producción

5.6. Sistema Semiautomático amigable con el operario.

La programación del prototipo semiautomático Backing Gate de 10m, está controlado mediante un LOGO PLC, ubicado en el tablero de control, adicionalmente posee un control remoto dinámico, basado en una botonera que activa y desactiva el sistema.

La apertura de la puerta es automática una vez que finaliza el recorrido, el retroceso lo realiza el operario, así mismo como el cierre de la puerta mediante la botonera.

Esta automatización permite que el obrero controle el 100% del funcionamiento, independientemente del lugar donde esté ubicado, se recomienda que la ubicación del operario facilite una buena visualización del ganado que ingresa y sale de la jornada de ordeño.

Tabla 26.

Rendimiento por ciclo de funcionamiento

Lugar:	Hacienda Santa Anita.	
Especificaciones Técnicas	Sala de Espera de 160m ² 88 cabezas de ganado. 16 puestos de ordeño.	
Parámetro:	Sin Sistema Backing Gate	Con Sistema Backing Gate
Ganado menos estresado “COW CONFORT”	Sin garantías de confort que necesita las vacas. Vacas Estresadas. Poca higiene.	Vacas agrupadas. Poseen 1,8m ² de espacio. Ubres más limpias. Vacas sin estrés.
Menor tiempo de movilización de ganado	Ganado disperso. Pérdida de tiempo.	Avance constante y ordenado del ganado. Elimina tiempos de acarreo de ganado.
Optimización de tiempo en la etapa de ordeño	Ganado estresado. Ordeño 8-9min por vaca. Tiempo total 50min para 88 vacas.	Ganado sin estrés. Ordeño 5-6min por vaca. Tiempo total 33min para 88 vacas. Se reduce el 44% de tiempo.
Sistema Semiautomático amigable con el operario.	Personal tradicional. Proceso no técnico.	Optimización de recurso humano. Proceso automatizado. Optimización de tiempo.

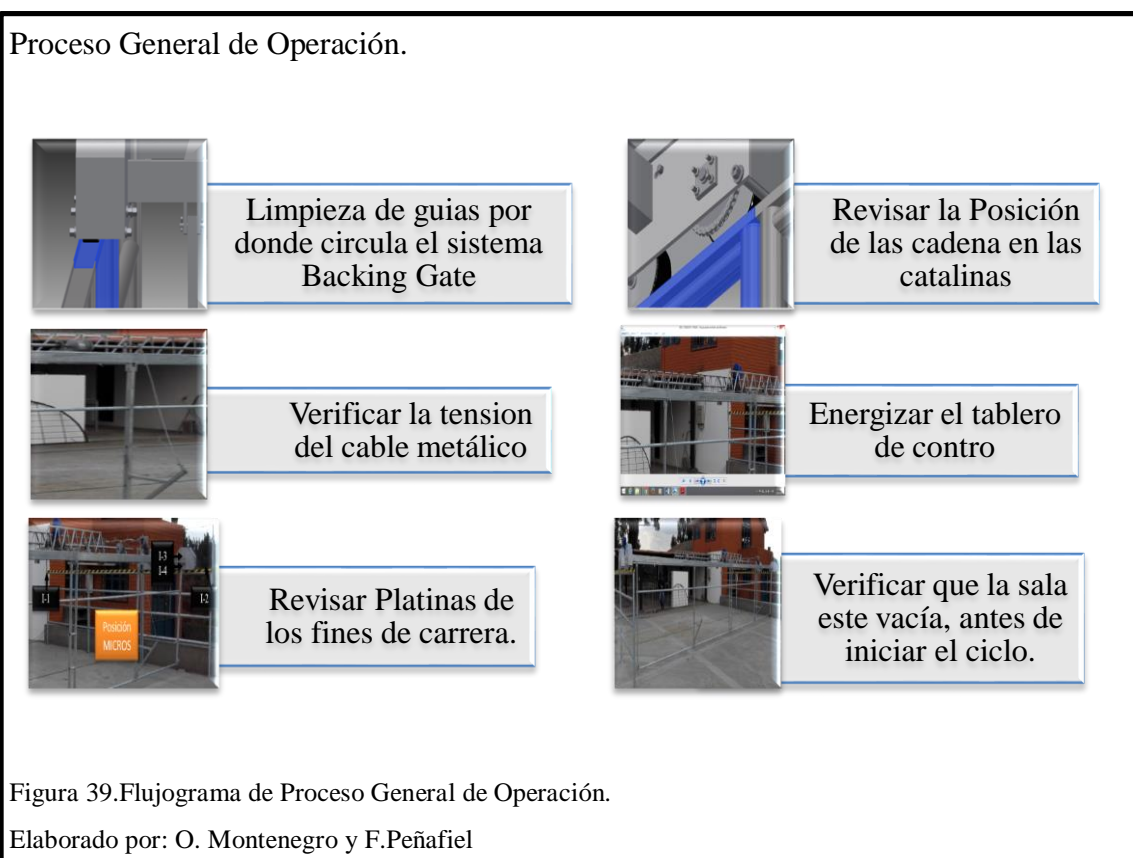
Nota: La tabla contiene resumen de las ventajas que posee implementar Sistema Backing Gate

Fuente: O. Montenegro y F. Peñafiel

5.7. Operación y Mantenimiento General

5.7.1. Operación

Antes de iniciar el ciclo de funcionamiento se debe realizar la siguiente operación, descrita en la Gráfica 3.



5.7.2. Mantenimiento General

5.7.2.1. Avance y retroceso del Sistema Backing Gate

Se debe considerar que el avance y retroceso es la etapa primordial del sistema Backing Gate, por el hecho que el sistema está instalado fuera de las salas de ordeño, es importante que las guías estén libres de obstáculos que impidan un libre funcionamiento.

- Limpieza diaria de las guías, antes de iniciar el ciclo de funcionamiento.
- Verificar que las llantas del sistema Backing Gate este en el centro de las guías.
- Verificar el desgaste de las llantas. Periodo cada 3 meses.

- Verificar el correcto funcionamiento de los pulsadores de avance y retroceso.
- Verificar que la cadena este colocada correctamente en los piñones conducidos.
- Limpieza de la cadena y piñón conducido por acumulación de impurezas.

5.7.2.2. Apertura y cierre de la puerta.

Se debe considerar que la apertura y cierre de la puerta es la segunda etapa fundamental del sistema Backing Gate, el sistema motriz al estar expuesto al exterior sufre un desgaste acelerado, se recomienda lo siguiente:

- Revisión de la lubricación de chumaceras.
- Revisión de la alineación eje principal con respecto al motor central.
- Verificar tensión del cable metálico.
- Verificar que el matrimonio que transmite la potencia no presente desgaste.
- Verificar que el cable este enrollado correctamente en los tambores.
- Verificar que los fines de carrera funcionen adecuadamente.

5.7.2.3. Frecuencia de mantenimiento

Debido que el sistema Backing Gate va a trabajar 2 veces al día, en la mañana y la tarde, y que cada jornada de ordeño puede tener varias repeticiones por ciclo, se recomienda que la frecuencia de mantenimiento sea:

- Mantenimiento Preventivo: de 3 a 6 meses.
- Mantenimiento Correctivo: cada 2 años, dependiendo del desgaste de los elementos.

Tabla 27.

Frecuencia de Mantenimiento

Tipo de Mantenimiento	Actividad	Aplicación	Frecuencia
Preventivo	Lubricación de Chumaceras	Manual	60 horas
	Limpieza y lubricación de cadena	Manual	120 horas
	Limpieza de Guías	Manual	8 horas
	Revisión desgaste del cable metálico	Manual	180 horas
	Revisión desgaste de llantas	Manual	180 horas
	Revisión de las platinas de los fines de carrera	Manual	30 horas
	Limpieza del Tablero eléctrico	Manual	180 horas.
Correctivo	Cambio de cable metálico	Manual	2 años
	Cambio de ruedas	Manual	2 años

Nota: La tabla contiene la frecuencia para mantenimiento preventivo y correctivo para el Sistema Backing Gate

Elaborado por: O. Montenegro y F.Peñañiel

5.7.2.4. Notas importantes

- Para cualquier tipo de mantenimiento, asegurarse que el equipo no esté energizado.
- Colocar distintivos de ALERTA en el tablero de control cuando se efectúe un mantenimiento.
- Utilizar las herramientas adecuadas para realizar un mantenimiento.
- La garantía del equipo queda sin efecto si el operario modifica el diseño del equipo.
- Utilizar equipos de seguridad para efectuar mantenimientos.

Conclusiones

- Se presenta al sector Agroindustrial un Prototipo Ecuatoriano, el cual fomenta a tecnificar el proceso de arreo de ganado hacia la sala de ordeño, mediante la instalación de un equipo amigable al manejo de los operarios, fácil mantenimiento, costos 50% menores en relación de un modelo importado.
- Con el ingreso continuo, ordenado y sin estrés del ganado, cumplió con el objetivo de disminuir el tiempo de ordeño, de 9 minutos a 3 minutos.
- Se genera un espacio o zona de “Cow Comfort” de 1.8m² por cada cabeza de ganado, cual permite que el ganado descanse los 15min que recomienda el manual.
- Se elimina el 100% del tiempo que utiliza el vaquero para volver a ordenar el ganado.
- El sistema Backing Gate cumple con el avance continuo de 1.8m en 28s, el cual puede ser controlado por un operario.
- Si es posible fabricar a nivel nacional utilizando materiales y equipos existentes en la industria.

Recomendaciones

- Se recomienda reemplazar los fines de carrera, por fines de carrera Industriales.
- Se recomienda colocar al final del recorrido topes mecánicos los que permita que el sistema no presente problemas de alineación debido a la longitud.
- Se recomienda colocar un mecanismo que ayude a que el descenso sea más despacio.
- Se recomienda recubrir el cable viajero que se colocó en el prototipo, debido a que está colocado en el exterior.
- Se recomienda etiquetar el sistema de control del equipo para eventuales cambio de sitio o por mantenimiento.

Referencias

- Aguilar, D. R. (2012). *Costos Indirectos de Fabricación*. Obtenido de Slide Player: <http://slideplayer.es/slide/163782/>
- American Institution of Stell Construction. (2010). *Manual of Stell Construcción*. Chicago - U.S.: Fourth Printing.
- BITS4FARMS. (2016). *bits4farms.co.nz*. Obtenido de <http://www.bits4farms.co.nz/products/dairy/milking-systems/chain-top-gate-2.aspx>
- BÖHLER DEL ECUADOR S.A. (2005). *Manual de Aceros Especiales*. Quito, Ecuador : Bohler.
- Castro, S. (2010). *Sitio Argentino de Produccion Animal*. Obtenido de Repasamos una Buena Rutina de Ordeño: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/152-rutina.pdf
- Chesterton, D. N. (17 de Marzo de 2010). *lamecow.com*. Obtenido de Consiguinedo buens circulación de animales en el sistema Tambo: <http://www.lamecow.co.nz>
- Dairyimaster Up & Over Backing Gate. (24 de septiembre de 2012). *www.dairymaste.ie*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=_Ou0Hg855xU
- EL COMERCIO. (24 de Septiembre de 2011). *Resistencia al clima frío, una característica del ganado del país*. Obtenido de El Comercio.com: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/resistencia-al-clima-frio-caracteristica.html>
- G.Budynas, R., & Nisbett, J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Larburu. (2004). *Maquinas Prontuario*. Mexico D.F.: Paraninfo.
- RENOLD. (02 de febrero de 2016). *RENOLD*. Obtenido de <http://www.renold.com/products/industrial-transmission-chain/general-transmission-chain/>
- SIEMENS. (25 de septiembre de 2015). *LOGOSoft Confort*. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/logo-software/pages/default.aspx>
- Vázquez , C., & Terán , J. (2011). *Biotipo Bovino Criollo Pizan*. Obtenido de Quick Med Ecuador:

[http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickvet/pdfs/articulos_tecnicos/BIOTI
PO%20BOVINO%20CRIOLLO%20PIZAN.pdf](http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickvet/pdfs/articulos_tecnicos/BIOTI%20PO%20BOVINO%20CRIOLLO%20PIZAN.pdf)

Villalobos, Á. C. (2005). *Estimacion de Costos Unitarios*. Centro de Estudios y Capacitacion Corporativa.

Villena Fernández , E., & Jiménez Ruiz, J. (2002). *Técnico en Ganadería*. Madrid - España: Cultural S.A.